

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики  
(інститут)

Електротехнічний факультет  
(факультет)

Кафедра електроенергетики  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню** магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студента** Вечеринського Кирило Едуардовича  
(ПІБ)

**академічної групи** 141м-18-3  
(шифр)

**спеціальності** 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

**спеціалізації** \_\_\_\_\_

**за освітньо-професійною програмою** Електроенергетика, електротехніка та  
(офіційна назва)

електромеханіка

**на тему** Підвищення ефективності електроспоживання житлового будинку.

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Рухлова Н.Ю.			
розділів:				
Розділ 1	Рухлова Н.Ю.			
Розділ 2	Рухлова Н.Ю.			
Розділ 3	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	------------------	--	--	--

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
в.о. завідувача кафедри

електроенергетики  
(повна назва)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Рогоза М.В.  
(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню** \_\_\_\_\_ магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Вечеринському Кирило Едуардовичу академічної групи 141з-18-3  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

на тему Підвищення ефективності електроспоживання житлового будинку.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.11 2019 р.  
№ 2075-Л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Основні шляхи економії електроенергії в умовах приватних домогосподарств України	19.09.2019
Розділ 2	Розрахунок шляхів зниження витрат на електроспоживання для замиського будинку	02.10.2019
Розділ 3	Техніко-економічне обґрунтування	09.11.2019

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Рухлова Н.Ю.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.09.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 12.12.2019

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Вечеринський К.Е.  
(прізвище, ініціали)

## Реферат

Пояснювальна записка: 59 сторінок, рисунків - 12, таблиць - 10, додаток - 1.

Об'єкт дослідження – система електропостачання приватного будинку, що знаходиться на території м. Новомосковськ в Дніпропетровській області, за адресою вул. Ковальська 10А.

У вступі розглядаються стан проблеми енергозбереження в умовах приватного домоволодіння на території Дніпропетровської області, сформульовано основні завдання дипломного проекту.

У першій частині розглянуто перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні та світі, проведено аналіз шляхів зниження енергоспоживання в умовах приватного домогосподарства, визначено потенціал сонячної та вітряної енергетики для м. Новомосковськ, сформульована наукова задача роботи.

У другій частині проекту виконаний розрахунок гібридної системи електропостачання будинку на основі використання вітрової та сонячної енергії. Розглянуті шляхи реконструкції системи опалення та визначена кількості споживаної електроенергії при різних системах електропостачання.

В техніко-економічному обґрунтуванні виконано розрахунок капітальних і експлуатаційних витрат для двох альтернативних варіантів електропостачання будинку, дано техніко-економічне обґрунтування розроблених заходів. Визначено терміни окупності заходів та виконано вибір найбільш економічно обґрунтованого.

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА, ВІТРОЕНЕРГЕТИКА, ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ, ДВОЗОННИЙ ТАРИФ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДОМОГОСПОДАРСТВА, ГІБРИДНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ, СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ, РІЧНИЙ РІВЕНЬ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

## **Abstract**

Explanatory note: 59 pages, drawings - 12, tables - 10, applications - 1.

The object of the study is the power supply system of a private house located in the territory of Novomoskovsk in the Dnipropetrovsk region, at the address ul. Blacksmith 10A.

The introduction discusses the state of the problem of energy saving in the conditions of private home ownership in the territory of Dnipropetrovsk region, outlines the main objectives of the diploma project.

The first part discusses the prospects for the development of renewable energy in Ukraine and the world, analyzes ways to reduce energy consumption in private households, identified the potential of solar and wind energy for the city of Novomoskovsk, formulated a scientific task of work.

In the second part of the project, the calculation of a hybrid system of electricity supply to the home based on the use of wind and solar energy. The ways of reconstruction of the heating system are considered and the amount of electricity consumed in different power supply systems is determined.

In the feasibility study, the calculation of capital and operating costs for two alternative options for electricity supply of the house was performed, the feasibility study of the developed measures was given. The terms of payback of measures were determined and the choice of the most economically sound one was made.

SOLAR, WIND, WIND ENERGETIC INSTALLATIONS, TWO-ZONE  
TARIFFS ENERGY HOUSEHOLDS HYBRID SYSTEM POWER SUPPLY,  
ELECTRICAL LOAD, BUILDING HEATING SYSTEMS, ANNUAL ENERGY  
CONSUMPTION

## Зміст

	<b>Вступ</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Основні шляхи економії електроенергії в умовах приватних домогосподарств України</b>	<b>8</b>
1.1	Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі	8
1.1.1	Основні види сонячних елементів	8
1.1.2	Тенденції розвитку сонячної енергетики	10
1.2	Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні та світі	12
1.2.1	Вітроенергетичні установки і їх види	12
1.2.2	Вітроенергетика України	14
1.3	Аналіз шляхів зниження енергоспоживання в умовах приватного домогосподарства	16
1.3.1	Вітровий потенціал м. Новомосковськ	18
1.3.2	Потенціал сонячної енергетики для м. Новомосковськ	19
1.3.3	Модернізація системи опалення даного об'єкту	21
1.4	Постановка задачі. Висновки	23
<b>2</b>	<b>Розрахунок шляхів зниження витрат на електроспоживання для заміського будинку</b>	<b>25</b>
2.1	Розрахунок гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії	25
2.1.1	Розрахунок електричних навантажень	25
2.1.2	Вибір інвертора	26
2.1.3	Визначення необхідної кількості електроенергії за кожен період і енергії сонячної інсоляції що припадає на об'єкт	28
2.1.4	Розрахунок геліосистеми для енергозабезпечення в літній період	29
2.1.5	Вибір вітрогенератора для електропостачання в зимовий період	33
2.1.6	Визначення значення необхідної ємності акумуляторної батареї і їх кількості	36
2.2	Реконструкція системи опалення будинку з використанням електричної енергії	38
2.3	Визначення кількості споживаної електроенергії при різних системах електропостачання	41

<b>3</b>	<b>Техніко-економічне обґрунтування</b>	<b>49</b>
3.1	Введення	49
3.2	Розрахунок капітальних витрат	50
3.3	Розрахунок експлуатаційних витрат	52
3.3.1	Розрахунок амортизаційних відрахувань	52
3.3.2	Розрахунок річного фонду заробітної плати	54
3.3.3	Розрахунок річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	54
3.3.4	Розрахунок вартості спожитої енергії	54
3.3.5	Сумарні експлуатаційні витрати	54
3.4	Визначення річної економії	55
3.5	Визначення та аналіз показників економічної ефективності	55
	<b>Висновки</b>	<b>57</b>
	<b>Перелік посилань</b>	<b>58</b>
	<b>Додаток</b>	<b>59</b>

## Вступ

На сьогоднішній день існують найрізноманітніші шляхи економії електроенергії. В роботі розглянуто способи економії електроенергії, які найбільш часто зустрічаються в приватних домогосподарствах та дозволяють істотно скорочувати обсяг використовуваної електрики, при цьому зберігаючи, а часом і збільшуючи корисний ефект від її застосування.

Підсумовуючи і аналізуючи інформацію з офіційних джерел можна зробити висновок, що одним з перспективних напрямків використання відновлюваної енергії для розглянутого об'єкта є комбінована електрогенераюча установка з використанням сонячних батарей і вітрогенератора.

Таким чином дослідження систем економії електроенергії в умовах приватних домогосподарств є актуальною практичною і науковою задачею.

В якості об'єкта дослідження в роботі прийнято приватний будинок, що знаходиться на території м. Новомосковськ в Дніпропетровській області, за адресою вул. Ковальська 10А.

В роботі виконано розрахунок гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії, яка дозволяє повністю забезпечити потреби побутових електроспоживачів домоволодіння. Запропоновано два основні варіанти зниження витрат на оплату електроенергії. впровадження двохзонної тарифікації та зниження електроспоживання за рахунок генерації з відновлюваних джерел енергії.

Для вибору найбільш доцільного варіанта в техніко-економічному обґрунтуванні виконано розрахунок капітальних і експлуатаційних витрат та проведено порівняльний аналіз економічних показників і на його основі визначено найбільш економічно вигідний.

## **1. Основні шляхи економії електроенергії в умовах приватних домогосподарств України**

Економія електроенергії - вкрай важливий аспект життя сучасного людського суспільства, що зачіпає і виробничу сферу, і побут кожного окремо взятого індивідуума. Адже нерозумне споживання цього досить дорогого виду енергії може привести до дуже значних витрат, що може істотно позначитися як на добробуті людини, так і на розвитку підприємства.

На сьогоднішній день існують найрізноманітніші шляхи економії електроенергії, які можуть виявитися або ефективними, або не дуже. Розглянемо способи економії електроенергії, які найбільш часто зустрічаються в приватних домогосподарствах та дозволяють істотно скорочувати обсяг використовуваної електрики, при цьому зберігаючи, а часом і збільшуючи корисний ефект від її застосування.

Найбільш поширеними альтернативними джерелами енергії виступають сонце і вітер. Тому для домовласників сонячні і вітрогенеруючі установки є найпривабливішими. Існує безліч прикладів, коли, наприклад, сонячні панелі, допомогли приватним домогосподарствам заощадити електроенергію і стати незалежними. За відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ) майбутнє і доступність їх для пересічних українських користувачів питання найближчих декількох років - про це однозначно свідчить успішний закордонний досвід.

### **1.1 Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі.**

#### **1.1.1 Основні види сонячних елементів.**

Пристрої для прямого перетворення світлової або сонячної енергії в електроенергію називаються фотоелементами (по-англійськи Photovoltaics, від грецького photos - світло і назви одиниці електрорушійної сили - вольт). Перетворення сонячного світла в електрику відбувається в фотоелементах,



виготовлених з напівпровідникового матеріалу, наприклад, кремнію, які під впливом сонячного світла виробляють електричний струм. Поєднуючи фотоелементи в модулі, а ті, в свою чергу, один з одним, можна будувати великі фотоелектричні станції. ККД фотоелектричних установок в даний час складає близько 16...22%, проте окремі фотоелементи можуть досягати ефективності 46%.

Сонячні елементи може бути наступних типів: монокристалічний, полікристалічний і аморфний (тонкоплівковий). Різниця між цими формами в тому, як організовані атоми кремнію в кристалі. Різні СЕ мають різний ККД перетворення енергії світла. моно- і полікристалічні елементи мають майже однаковий ККД, який вище, ніж у сонячних елементів, виготовлених з аморфного кремнію.

Найбільше ККД перетворення сонячної енергії мають монокристалічні елементи. Термін їх служби близько 25 років. Основний недолік монокристалічних фотоелементів - це висока вартість, більше 50% якої становить ціна самого кремнію та зниження потужності при затіненні або хмарності.

Модулі з полікристалічного кремнію володіють меншою ефективністю в порівнянні з монокристалічними і мають менший ресурс - 20 років, а й вартість їх менше за рахунок меншої витрати енергії при виготовленні. До того ж, потужність полікристалічних фотоелементів залежить від затінення в меншій ступені, ніж монокристалічних.

Модулі з аморфного кремнію ще менш ефективні, ніж з кристалічного кремнію - ККД їх всього 8...14%, до того ж вони менш довговічні. Однак низьке енергоспоживання, простота виробництва і невисока його вартість, можливість виробництва великих за розмірами елементів робить модулі з аморфного кремнію затребуваними в найширших сферах людської діяльності.

В даний час найпоширенішими видами тонкоплівкових фотоелементів є фотоелементи з аморфного кремнію, CIS (CIGS) і CdTe технології, а також нові впровадження технологій дозволяють домогтися ККД від цих видів аж до 14%.

### 1.1.2 Тенденції розвитку сонячної енергетики

Глобальне зростання фотоелектричних потужностей було близьким до експоненціального в період між 1992 і 2018 роками. В даний час сонячні електростанції вже вийшли з нішевого ринку дрібних додатків і стали вагомим джерелом енергії в багатьох країнах.

І ця тенденція не сповільнюється: в 2019 році в 28 європейських країнах очікуваний приріст сонячних потужностей становить 81% - це майже дворазовий стрибок з 11,3 ГВт, встановлених в 2018 році до 20,4 ГВт в 2019 році [1]. Варто відзначити, що Україна є одним з лідерів за темпами зростання в цьому секторі. Перспективи розвідку світової сонячної енергетики наведені на рисунку 1.1.

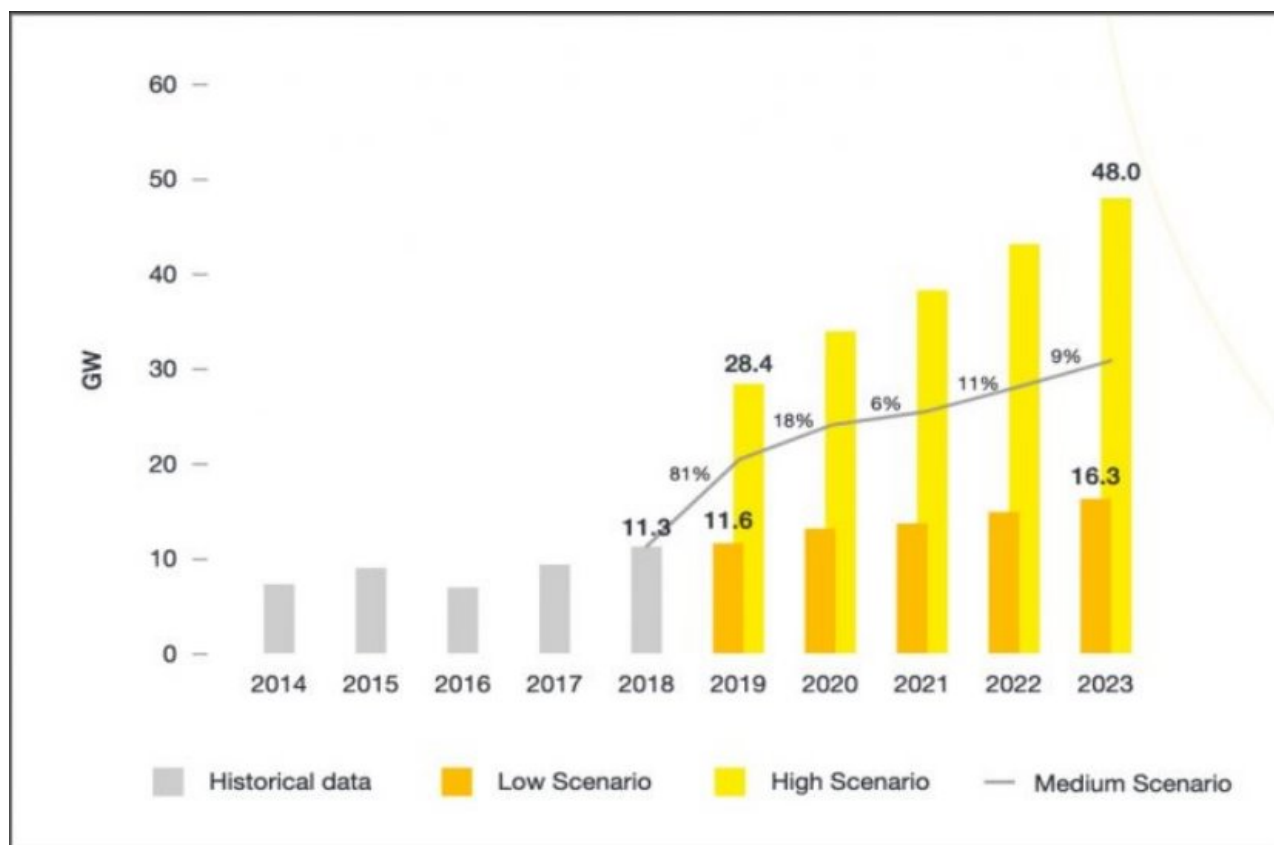
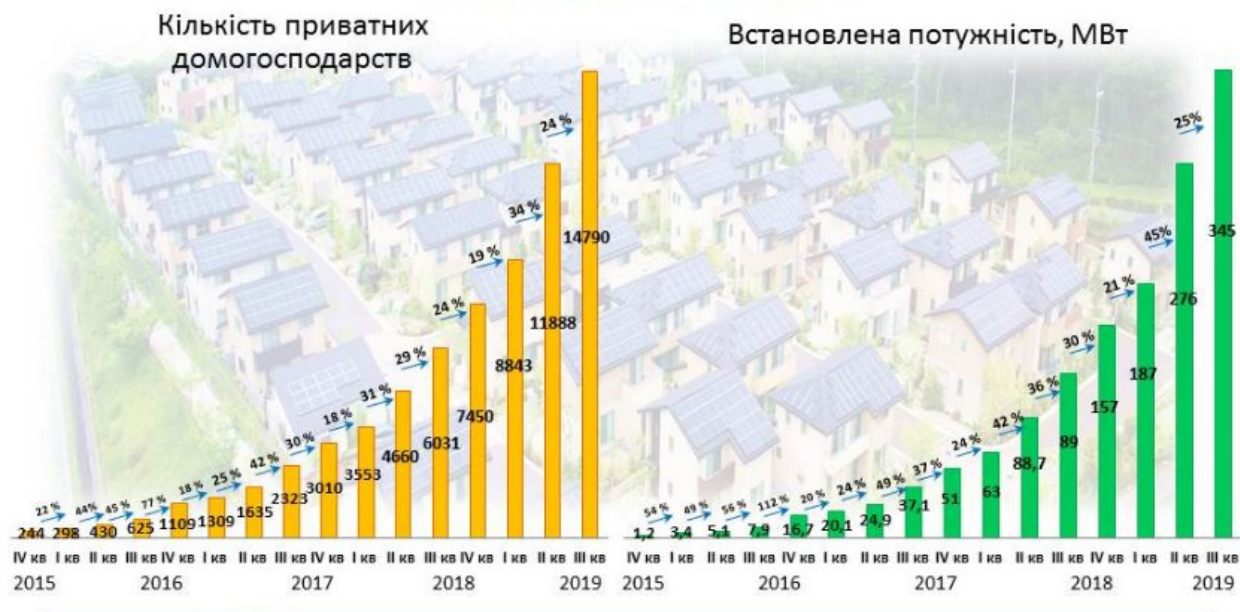


Рисунок 1.1. Перспективи розвідку світової сонячної енергетики

На сьогоднішній день загальна потужність встановлених домашніх СЕС в Україні становить майже 350 МВт. Зокрема, близько 3 тис. Домогосподарств встановили сонячні панелі загальною потужністю майже 70 МВт в III кварталі цього року (рисунку 1.2). Такі проекти СЕС реалізуються по всій країні.



## Динаміка збільшення кількості сонячних електроустановок приватних домогосподарств



**Інвестовано близько 300 млн євро**

**В Україні налічується 6,5 млн приватних домогосподарств**

**Ukraine NOW**

Рисунок 1.2. Динаміка росту кількості сонячних електроустановок приватних домогосподарств.

Статистика по областях, за даними Держенергоефективності представлена на рисунку 1.3.

ТОП-3 області з найбільшою кількістю домогосподарств з СЕС:

Дніпропетровська - майже 2000 ( $\approx 50$  МВт);

Тернопільська - близько 1370 ( $\approx 37$  МВт);

Київська - близько 1350 ( $\approx 27$  МВт).

Таким чином, попит на сонячні панелі для електростанцій серед домогосподарств продовжує зростати, адже перехід на «чисту» електроенергію, крім вигод «зеленого тарифу»:

- дозволяє економити кошти на рахунках за електроенергію;
- стимулює використовувати енергоефективну побутову техніку;
- змінює мислення людей на "енергозберігаюче".



### Потужність СЕС приватних домогосподарств

(станом на 01.10.2019)

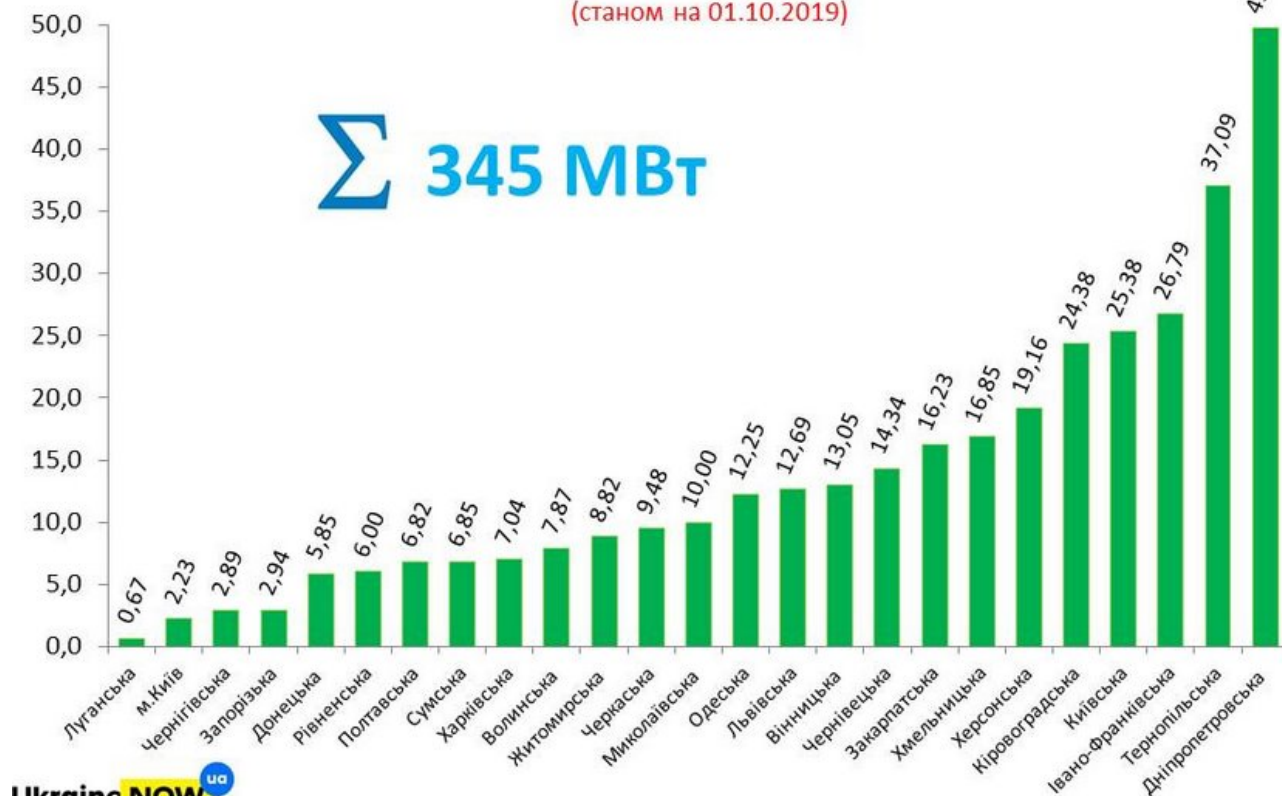


Рисунок 1.3. Потужність СЕС приватних домогосподарств по областях України.

## 1.2 Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні та світі.

### 1.2.1 Вітроенергетичні установки і їх види

Вітроенергетика - галузь енергетики, що спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії повітряних мас в атмосфері в електричну, механічну, теплову або в будь-яку іншу форму енергії, зручну для використання в народному господарстві. Таке перетворення може здійснюватися такими агрегатами, як вітрогенератор (для отримання електричної енергії), вітряк (для перетворення в механічну енергію), вітрило (для використання в транспорті) та іншими. Енергію вітру відносять до відновлюваних видів енергії, так як вона є наслідком діяльності сонця і встигає відновитися за час життя одного

покоління. Великі вітряні електростанції підключаються до загальної мережі, більш дрібні використовуються для постачання електрикою віддалених районів і окремих споживачів. На відміну від викопного палива, енергія вітру практично невичерпна, повсюдно доступна і більш екологічна. Однак, спорудження вітряних електростанцій пов'язане з деякими труднощами технічного і економічного характеру, що уповільнюють поширення вітроенергетики.

Вітрогенератор - це вітроелектрична установка, скорочено позначається як ВЕУ, представляє собою пристрій, основне завдання якого полягає в перетворенні кінетичної енергії вітру в електричну. Основні конструктивні елементи будь-якого вітрогенератора наступні:

- щогла;
- вітротурбіна (ветроколесо);
- генератора.

Вітротурбіни, які використовуються в якості приводу генератора ВЕУ, поділяють на два основних типи - з вертикальною та горизонтальною віссю обертання.

Ортогональні вертикально-осьові двигуни в порівнянні з пропелерними горизонтально-осьовими мають такими перевагами:

- відсутність необхідності орієнтування вітродвигуна на напрямок вітру;
- вертикальний вал, який дає можливість встановити електромеханічне обладнання в підставі ВЕУ, що дозволяє знизити вимоги до міцності опори і спрощує технічне обслуговування і ремонт;
- можливість кріплення лопатей до ротора в декількох місцях, що знижує вимоги по міцності і жорсткості лопаті;
- меншим значенням окружної швидкості лопаті при менших значеннях коефіцієнта швидкохідності;
- відносною простотою виготовлення лопатей.

До числа недоліків вертикально-осьових вітродвигунів слід віднести - менший коефіцієнт використання енергії вітру та меншу швидкохідність.

Горизонтально-осьові вітродвигуни в порівнянні з вертикальноосьовими мають наступні переваги:

- можливість самостійного пуску без допоміжного приводу;
- більшого значення коефіцієнта використання енергії вітру;
- більшого значення коефіцієнта швидкохідності і, як наслідок цього, велику частоту обертання вітродвигуна, що дозволяє зменшити масогабаритні показники електромеханічного обладнання.

До основного недоліку пропелерних горизонтально-осьових двигунів слід віднести необхідність в пристрої орієнтації на напрямок вітру.

Для обмеження частоти обертання вітроколеса при великій швидкості вітру використовується ряд методів. Одним з цих методів є установка лопатей у флюгерне положення - це означає, що площа лопаті вітроколеса встановлюється паралельно з напрямком вітру. Даний метод, в основному, використовується в вітроелектричних установках великих потужностей, так як для його виконання необхідна система регулювання кута атаки лопаті. Для захисту від сильного вітру малих вітроелектричних установок використовується метод виведення вітроколеса з-під вітру або механічне гальмування.

### **1.2.2 Вітроенергетика України**

За останні сім років в Україні надзвичайно актуальним стало розвиток альтернативної енергетики. Це зумовило збільшення встановленої потужності виробників енергії з відновлюваних джерел до 1375 МВт (станом на кінець 2017 року). Одним з видів альтернативної енергетики, який активно розвивається в Україні, є вітроенергетика. В її основу покладено принцип застосування енергії вітру. Одним з факторів, що сприяють розвитку вітроенергетики в Україні, є «зелений» тариф, за яким держава купує електроенергію у виробників енергії з ВДЕ [2].

За даними Української вітроенергетичної асоціації (УВЕА), загальна встановлена потужність вітроенергетики на кінець 2017 року становить 594 МВт (з урахуванням Криму) і 506 МВт (без нього). З них 138 МВт потужності доводиться на окуповані частини Донецької і Луганської областей. Однак з 2014 року ні в цих областях, ні в Криму нових ВЕС побудовано не було.

Слід зазначити, що на кінець 2009 року загальна встановлена потужність вітроенергетики була в 6,78 рази менше, ніж зараз. Запуск великих промислово-комерційних ВЕС почався з 2011 року. Траплялися й несприятливі для розвитку вітроенергетики періоди. У 2015-2016 роках було введено в експлуатацію ВЕС тільки на 28,3 МВт. У 2016 році до Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України було підключено об'єктів вітроенергетики на 68,1 МВт.

Згідно з даними УВЕА, в 2017 році сектор вітроенергетики вийшов зі стану стагнації. Тоді ВЕС виробили 970,5 млн кВт·ч, що дозволило скоротити викиди вуглекислого газу в атмосферу більш ніж на 736,5 тис. тонн і заощадити 454,4 тис. тонн вугілля.

Найбільшою в Україні є Ботієвська вітрова електростанція (загальна потужність - 200 МВт, що складає майже половину загальної потужності вітроенергетики в країні). Вона розташована в Запорізькій області. Її будівництво почалося в 2012 році, а закінчилося в 2014-му. Станція складається з 65 ВЕУ з одиничною потужністю 3,075 МВт. Проектна середньорічна генерація становить 686 млн. кВт·год. Станом на час введення в експлуатацію Ботієвська вітрова електростанція входила в п'ятірку найбільших вітроелектростанцій Центральної та Східної Європи.

Другою за потужністю в Україні є Новоазовська ВЕС. Станція розташована на тимчасово окупованій частині Донецької області. Перша черга станції була введена в експлуатацію в 2011 році. Зараз загальна потужність цієї ВЕС становить 57,5 МВт, а проектна - 107,5 МВт. На ВЕС встановлено 23 ВЕУ з одиничною потужністю 2,5 МВт.

Третій за потужністю - вітряний парк «Очаківський», розташований в Миколаївській області. Він складається з Дмитрівській і Тузовській ВЕС.

Будівництво парку почалося в 2011 році і завершилося в 2015-му. Загальну встановлену потужність в 47,5 МВт забезпечують 19 ВЕУ з одиничною потужністю 2,5 МВт.

За даними УВЕА, до 2020 року очікується стабільне зростання потужності ВЕС на рівні 200 МВт на рік. Нові ВЕС будуть побудовані перш за все в Запорізькій, Херсонській, Миколаївській, Одеській, Львівській та Івано-Франківській областях.

Серед споруджуваних ВЕС окремої згадки заслуговують Приморська ВЕС-1 і Приморська ВЕС-2 в Запорізькій області. Встановлена потужність кожної з них - 100 МВт. У Херсонській області будують Овер'янівську ВЕС, яка буде мати потужність 69 МВт і буде складатися з 20 ВЕУ з одиничною потужністю 3,45 МВт. Слід також відзначити будівництво ВЕС «Овід вінд» в Одеській області. Проектна потужність цієї станції становить 32,4 МВт.

### **1.3 Аналіз шляхів зниження енергоспоживання в умовах приватного домогосподарства**

Аналіз шляхів зниження енергоспоживання будемо проводити на прикладі замиського будинку, що знаходиться на території м. Новомосковськ в Дніпропетровській області, за адресою вул. Ковальська 10А. Місцезнаходження будинку представлено на рисунку 1.4 і отримано за допомогою сервісу «Google map».

В даний час електропостачання будинку здійснюється від мережі Новомосковського РЕМ трифазною напругою 380 В змінного струму.

Будинок має систему водяного опалення - це замкнутий ланцюжок котел-трубопровід-батарея-трубопровід-котел. Газовий котел нагріває воду, яка потім по трубах надходить в батареї, і знову повертається в котел.



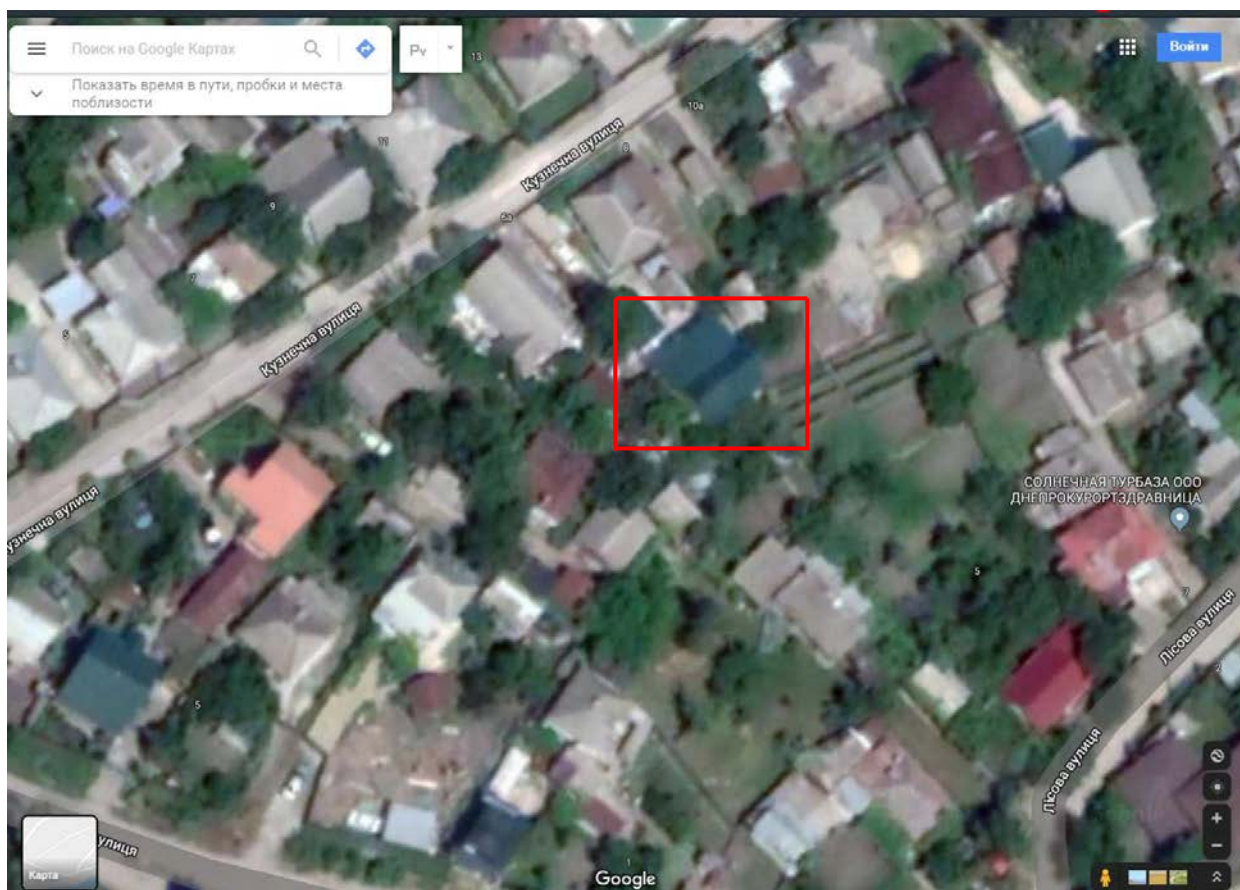


Рисунок 1.4. Вид будинку зі супутника «Google»

Згідно з даними, представленими на рисунку 1.5, загальна площа будинку становить 134,85 м<sup>2</sup>.



Рисунок 1.5. План-схема будинку на території м. Новомосковськ

### 1.3.1 Вітровий потенціал м. Новомосковськ

Для оцінки доцільності використання ВЕУ необхідно знати середню швидкість вітру протягом року для місця передбачуваної установки. Для міста Новомосковськ швидкості вітру протягом року на висоті 10м зображено на рисунку 1.6.

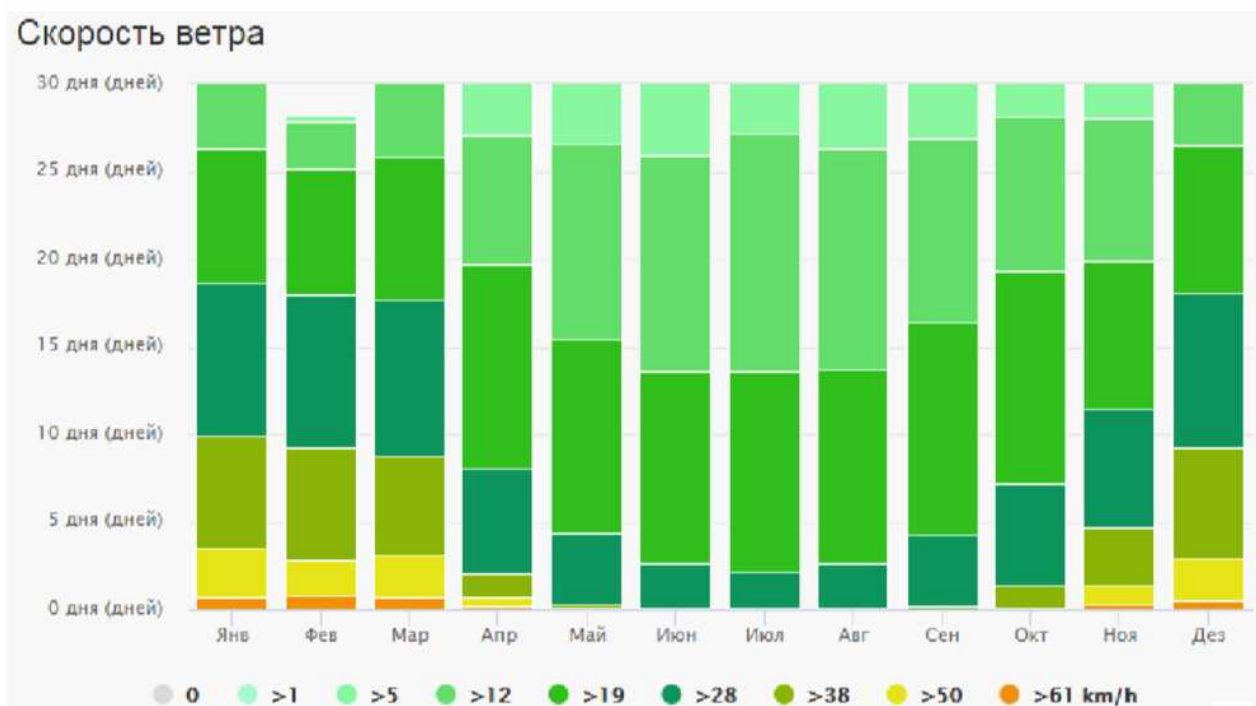


Рисунок 1.6. Швидкості вітру на території міста Новомосковськ

Діаграма вказує на ті дні в місяці, протягом яких швидкість вітру досягає певного значення. Цікавим представляє приклад того що, на території міста, де мусони викликають тривалі потужні вітри в період з грудня по квітень і спокійні потоки повітря з червня по жовтень. Для оптимального і більш якісної оцінки можливості використання вітрогенераторів, необхідно представити дані про розі вітрів на досліджуваній території (рисунок 1.7). Це в свою чергу дасть більш точні дані для розрахунку і оцінки можливості отримання електроенергії за допомогою перетворення з вітрової.

Роза швидкостей вітру Новомосковськ вказує на те, скільки годин за рік вітер дме з певного напрямку.

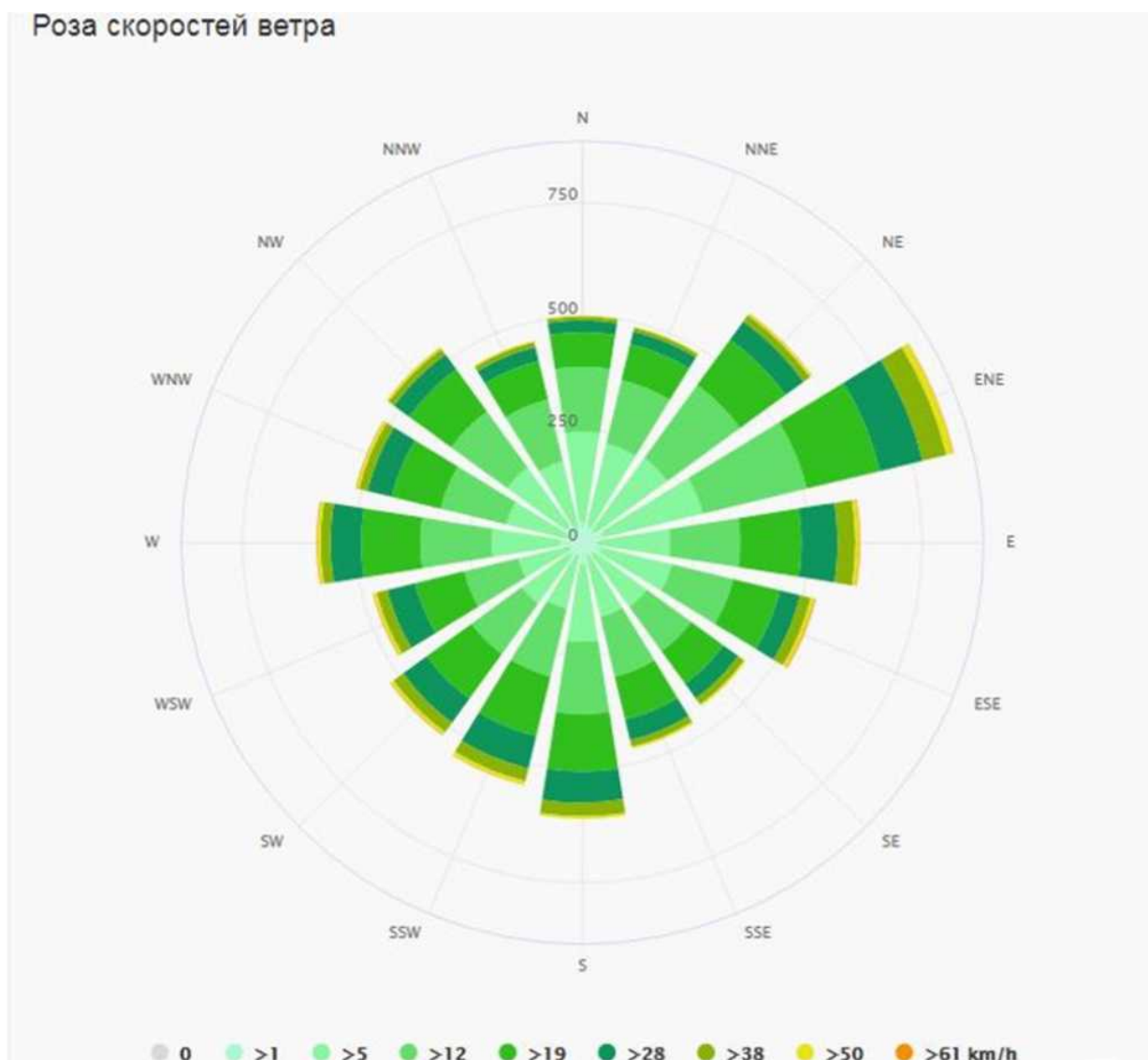


Рисунок 1.7. Роза вітрів на території м. Новомосковськ.

Як видно вітровий потенціал для даної території з жовтня по квітень місяці досить великий і може бути використаний для вироблення електроенергії, необхідної для покриття потреб домогосподарства.

### 1.3.2 Потенціал сонячної енергетики для м. Новомосковськ

Сонячна інсоляція - це кількість сонячної радіації, що поступає на 1 м<sup>2</sup> поверхні, що знаходиться перпендикулярно до сонячних променів за один світловий день.

Сонячна інсоляція, яка надходить за поверхню змінюється і залежить від висоти сонця, хмарності та інших природних явищ, кута падіння сонячних променів (ранок, полудень, вечір). У зв'язку з такими відмінностями зручно користуватися усередненими показниками в залежності від пори року і місяця розташування. Сумарна сонячна інсоляція дає можливість розрахувати, яка кількість сонячної радіації ( $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{день}$ ) отримає сонячний колектор або сонячна батарея в той чи інший місяць року.

Для оцінки рівня інсоляції використані супутникові дані NASA за період з 1985 по 2005 рр. Згідно з даними NASA [3], на територію м. Новомосковськ припадає велика кількість дифузійного випромінювання, що в свою чергу значно впливає на вибір сонячного елемента, дані представлені в на рисунку 1.8.

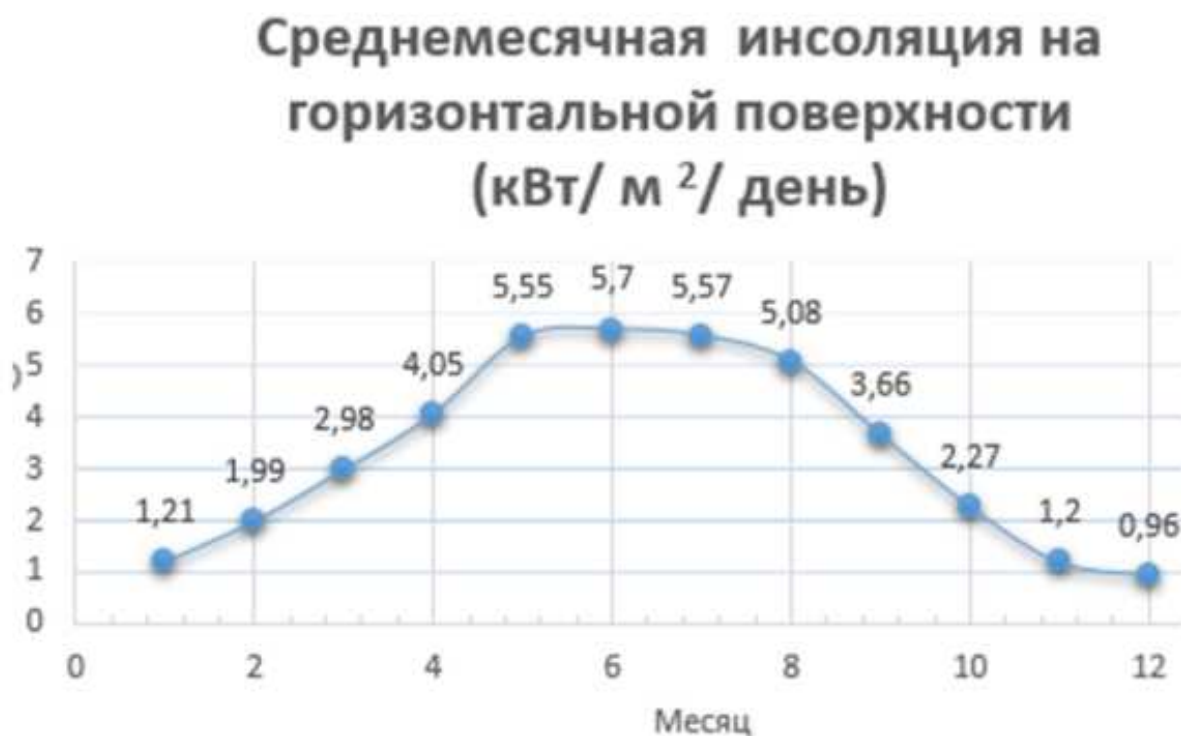


Рисунок 1.8. Сонячна інсоляція для м. Новомосковськ.

Виходячи з цих даних найкращим варіантом для даної території є панелі з полікристалічного кремнію, які в свою чергу краще використовують розсіяне сонячне випромінювання, ніж панелі з монокристала. Оскільки основною метою є більш ефективне енергопостачання заміського будинку. Крім того

чітко видно, що найбільша кількість сонячної енергії для даної місності доводиться на період з квітня по жовтень місяці.

### **1.3.3 Модернізація системи опалення даного об'єкту**

Сучасні системи опалення потрібно розглядати як єдине ціле, де радіатор є продовженням котла і, нехтуючи цим принципом, ми ризикуємо отримати дороге неефективне рішення. У типовому котеджі прилади опалення - це тепла підлога й радіатори.

В даному будинку використовується класична система - газовий котел в поєднанні з радіаторами. Принцип такого опалення полягає в тому, радіатори розраховуються на високу температуру води 80 °С. Однак наявний газовий котел експлуатується вже понад 15 років і застарів, як морально, так і фізично. Крім того, останні кілька опалювальних сезонів поспіль через підвищення тарифу на газ, ця система опалення є дуже дорогою. Необхідно розглянути можливі шляхи реконструкції системи опалення.

Варіант №1 - дров'яний або пелетний котел і сталеві радіатори.

Безумовно, застосування дров або пелет - перше, що спадає на думку, як альтернатива газу. І, безперечно, у даного способу багато плюсів, але не варто забувати, що у всього є зворотна сторона.

З плюсів - це незалежність від компаній, що постачають енергію. Ви самі впливаєте на якість палива, тому як самі вибираєте, що і де купити. На перший погляд здається, що низькі витрати на експлуатацію та в цілому система опалення не особливо ускладнюється в порівнянні з газовим або електричним котлом. Але те, що спочатку здається відмінним рішенням в подальшому підходить далеко не всім.

Базове дешеве рішення на основі твердопаливних котлів вимагає занадто активної участі власника в процесі опалення будинку. Пелети необхідно завантажувати в бункер мінімум раз в тиждень, дрова - мінімум кожен день. Для пелет можливим буде установка додаткового бункера і системи подачі

пелет, але потрібно врахувати, що залежалі пелети набирають вологи і втрачають свої властивості.

Якщо пелети або дрова не якісний, то різко падає ККД котла і утворюється велика кількість золи, яку потрібно вивозити. Частина золи буде видувати через димохід і осідати на даху будинку або території ділянки, що потребують спеціального пристрою фільтрації «циклон» на димоході.

Якщо котел погас, то необхідно вручну його заново розпалювати. Що для пелет зажадає додатково спеціального пальника з автоматичним розпалом.

Так як регулювати в твердопаливних котлах теплову продуктивність вкрай проблематично, доведеться використовувати ємності, що акумулюють тепло, це потребує місця і додаткових витрат.

У підсумку, якщо скласти докупити вартості всіх необхідних додаткових аксесуарів, щоб отримати аналогічну легку у використанні систему опалення, як з газовим або електричним котлом - то виходить ціна, вища за вартість твердопаливного котла в 2-3 рази.

Варіант №2 - геліоколектори і сонячні батареї.

На цьому варіанті не варто довго затримуватися. В умовах нашого кліматичного поясу сонячні батареї варто використовувати виключно для електропостачання.

Коли мова стосується застосування геліоколекторів для опалення, їх кількість стає таким, що просто не вистачає місця для розміщення. Влітку настає протилежне завдання - куди-небудь діти надлишкове тепло, щоб не перегріти систему, інакше обладнання може швидко вийти з ладу.

Варіант №3 - електричний котел і сталеві радіатори.

Цей варіант має велику кількість привілеїв - мінімальні капіталовкладення, широкий діапазон потужності, достатня автоматика, компактність установки, робота на опалення і підігрів води, окремий тариф на електроопалення. Але є і мінуси - порівняно високі експлуатаційні витрати, можливо знадобиться погодження та дозвіл на електроопалення.

Варіант №4 - теплові насоси і тепла підлога або фанкойли.

Цей варіант опалення найкраще підходить для заново споруджуваних будинків. Коли мова заходить про тепловий насос - першим завданням стоїть максимальна економія на експлуатації.

Тепловий насос - це низькотемпературний джерело тепла і ідеальним для нього буде температура води не перевищує  $45^{\circ}\text{C}$ . Звідси висновок - радіатори тут не застосовні, тому що при таких параметрах вони стають просто гігантських розмірів. Ідеальні прилади опалення для теплового насоса - це тепла підлога і фанкойли. А значить потрібно не тільки повна переробка системи опалення, але і капітальний ремонт всього будинку.

Таким чином для розглянутого будинку найбільш прийнятним варіантом реконструкції системи опалення є варіант №3 з використанням електричного котла і сталевих радіаторів.

#### **1.4 Постановка задачі. Висновки.**

Проаналізувавши матеріал, викладений в § 1.1, § 1.2 і § 1.3 можна зробити висновок про те, що для розглянутого будинку є два джерела зниження рівня енергоспоживання:

- впровадження ВДЕ на основі сонячної і вітрової енергій, що дозволить частково або навіть повністю покрити потребу домогосподарства в електричній енергії;
- переведення системи опалення будинку на електроенергію. Даний захід може стати ще більш привабливим при переході до двозонного тарифу по оплаті за електроенергію.

Далі в роботі буде розглянута комбінована електрогенеруюча установка з використанням сонячних батарей і вітрогенератора. Також буде розглянуто варіант реконструкції системи опалення будинку на електричний котел і впровадження двозонного тарифу по оплаті за електроенергію.



Таким чином науковою задачею магісторської роботи є обґрунтування показника економічної ефективності різних способів зниження енергоспоживання для умов приватного будинку в м. Новомосковськ.

Критерієм для обґрунтування показника економічної ефективності є нормативний показник електроенергетичної системи будинку, що включає в себе термін окупності запропонованих заходів і мінімізацію капітальних витрат, як найбільш повно відображаючи економічний ефект від її використання.

#### Висновки.

1. Проведений в розділі аналіз показав, що одним з перспективних джерел відновлюваної енергії для розглянутого будинку є комбінована електрогенеруюча установка з використанням сонячних батарей і вітрогенератора.

2. Ще одне джерело зниження витрат на енергоносії - реконструкції системи опалення будинку та переведення опалення на електроенергію.

3. Для вибору найбільш перспективного варіанту, необхідно провести розрахунки використання поновлюваних джерел енергії для системи електропостачання будинку і переведення опалення на електроенергію. Після чого порівняти економічну ефективність розглянутих варіантів.



## 2 Розрахунок шляхів зниження витрат на електроспоживання для заміського будинку

### 2.1 Розрахунок гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії

Як було розглянуто в 1 розділі для району м Новомосковськ використання енергії вітру найбільш раціонально в період з жовтня по квітень. У той же час з квітня по жовтень найбільшу віддачу можна отримати від сонячних батарей. У цих умовах найбільш раціонально буде застосувати гібридну систему з використанням вітрової та сонячної генерації електроенергії.

#### 2.1.1 Розрахунок електричних навантажень

Для правильного вибору кількості сонячних панелей необхідно враховувати електричне навантаження пристроями в будинку. Значення електроспоживання приладів і кількість працюючих годин в тиждень пристроїв представлені в таблиці 2.1.

Розрахункове навантаження визначається виходячи з часу роботи приладів, так як точно коефіцієнт попиту визначити не виявляється можливим. Для вибору кількості сонячних панелей навантаження визначаються за кількістю годин на тиждень роботи.

Таблиця 2.1 - Електричне навантаження будинку

№	Найменування приладів	Потужність, Вт	Тривалість роботи за тиждень, год.	Електроспоживання, Вт·год/тиждень
1	Мікрохвильова піч	1000	3	3000
2	Холодильник	150	40	6000
3	Пилосос	500	2	1000
4	Телевізор	200	15	3000
5	Чайник	1500	4	6000

6	Фен	1300	1	1300
7	Принтер	500	2	1000
8	Комп'ютер	1000	6	6000
10	Ігрова приставка	195	10	1950
11	Зарядний пристрій	16	20	320
12	Роутер WIFI	10	168	1680
13	Освітлення	90	30	2700
<b>Разом</b>		<b>6461</b>		<b>33950</b>

Варто враховувати, освітлення в будинку виконано за допомогою світлодіодних джерел світла потужністю 5 Вт, всього в системі освітлення налічується 18 лампочок.

Кількість енергії постійного струму, яке необхідно, з урахуванням втрат:

$$W_{\text{тр}} = W_{\text{зм}} \cdot k = 33950 \cdot 1,2 = 40740 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{тиждень}$$

де,  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в системі,  $k=1,2$ .

### 2.1.2 Вибір інвертора

Інвертор є напівпровідниковим приладом. Залежно від типу фотоелектричної системи, а також і від способу підключення до сонячної електростанції, існують такі види цього апарату:

- Інвертор, призначений для автономної системи сонячних панелей. У нього є генератор частоти.
- Мережевий інвертор. Працює синхронно з основною електричною мережею.
- Гібридний. Підходить для двох видів підключення. Працює як з акумулятором, так і безпосередньо з самої станцією, разом або окремо.

Характеристики, якими повинен володіти інвертор:

- високий ККД (обов'язково вище 90%, тоді енергія не буде витрачатися даремно);

- неприпустимість будь-яких перешкод на радіочастотах;
- стабілізація вихідної напруги (бажано трапецієподібний тип);
- низький коефіцієнт гармонік;
- широкий температурний діапазон;
- здатність переносити перевантаження;
- захист від перегріву;
- малі втрати при навантаженнях на холостому ході.

Визначимо потужність інвертора з урахуванням запасу, при одночасному включення всього обладнання:

$$P_{inv} = P_{зм} \cdot k = 6461 \cdot 1,2 = 7753,2 \text{ Вт}$$

Приймаємо інвертор потужністю 8 кВт, моделі Victron Energy Quattro з AVR 48/8000.

Таблиця 2.2 - Характеристики гібридного інвертора Victron Energy Quattro з AVR 48/8000

Найменування	Характеристика
Модель	SUN2000-8KTL
Вихідна потужність (AC)	8 кВт
Виробник	Huawei
Максимальна вхідна напруга (DC)	48 В
Максимальний струм MPPT (DC)	140 А
Кількість вхідних роз'ємів	4
Кількість MPPT трекерів	2
Вихідна напруга (AC)	220 В
Вихідна частота (AC)	50 Гц
ККД	98,5 %
Габаритні розміри, ШхВхГ	520х610х255 мм
Маса	40 кг
Робоча температура	-25°C...60°C
Робоча відносна вологість	0...100%

Рівень шуму	до 29 дБ
Ступінь захисту	IP65

Число ампер-годин на тиждень, необхідну для покриття навантаження змінного струму, визначається по формулі:

$$q_{\text{тиж}}^{\text{зм}} = \frac{W_{\text{тр}}}{U_{\text{інв}}} = \frac{40740}{48} = 848,75 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Добове значення споживаних А·год визначається за формулою:

$$q_{\text{доб}} = \frac{q_{\text{тиж}}^{\text{зм}}}{7} = \frac{848,75}{7} = 121,25 \text{ А} \cdot \text{год}$$

### **2.1.3 Визначення необхідної кількості електроенергії за кожен період і енергії сонячної інсоляції що припадає на об'єкт**

Так як гібридна система має на меті зниження витрат на електропостачання, пропонується така система використання - в літній період максимальне виробництво електроенергії від сонячних панелей, а в зимові час експлуатація вітрогенераторів. Звідси можна зробити висновок, що навантаження необхідно розраховувати період травень-серпень, для максимального використання сонячних панелей, що в свою чергу дозволить скоротити їх число, а в зимовий період ґрунтуючись на розрахунках, необхідно визначити і вибрати вітрогенератор.

Виходячи з вище сказаного, це дозволить зменшити кількість акумуляторних батарей і скоротить кількість «днів без сонця» до 1, так як при не хватці електроенергії вітрогенератор буде заряджати АКБ. Скористаємося даними отриманими з таблиці 2.1 і визначимо електричні навантаження по місяцях, не приводячи до середнього значення. Тижневє навантаження в такому випадку становить 33950 Вт·год/тиждень

Відповідно навантаження в зимовий період буде збільшена, з урахуванням використання освітлення, і побутових приладів. Зробимо розрахунок необхідного навантаження в літній період, дані представлені в таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 - Електричне навантаження будинку влітку

№	Найменування приладів	Потужність, Вт	Тривалість роботи за тиждень, год.	Електроспоживання, Вт·год/тиждень
1	Мікрохвильова піч	1000	6	6000
2	Холодильник	150	60	9000
3	Пилосос	500	2	1000
4	Телевізор	200	15	3000
5	Чайник	1500	4	6000
6	Фен	1300	1	1300
7	Принтер	500	2	1000
8	Комп'ютер	1000	10	10000
10	Ігрова приставка	195	10	1950
11	Зарядний пристрій	16	20	320
12	Роутер WIFI	10	168	1680
13	Освітлення	90	20	1800
<b>Разом</b>		<b>6461</b>		<b>43500</b>

Кількість енергії постійного струму, яке необхідно, з урахуванням втрат:

$$W_{\text{тр}} = W_{\text{зм}} \cdot k = 43500 \cdot 1,2 = 52200 \text{ Вт·год/тиждень}$$

де,  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в системі,  $k=1,2$ .

#### 2.1.4 Розрахунок геліосистеми для енергозабезпечення в літній період

Згідно з даними NASA [3] побудуємо графік сонячної інсоляції на похилу поверхню 30 градусів:

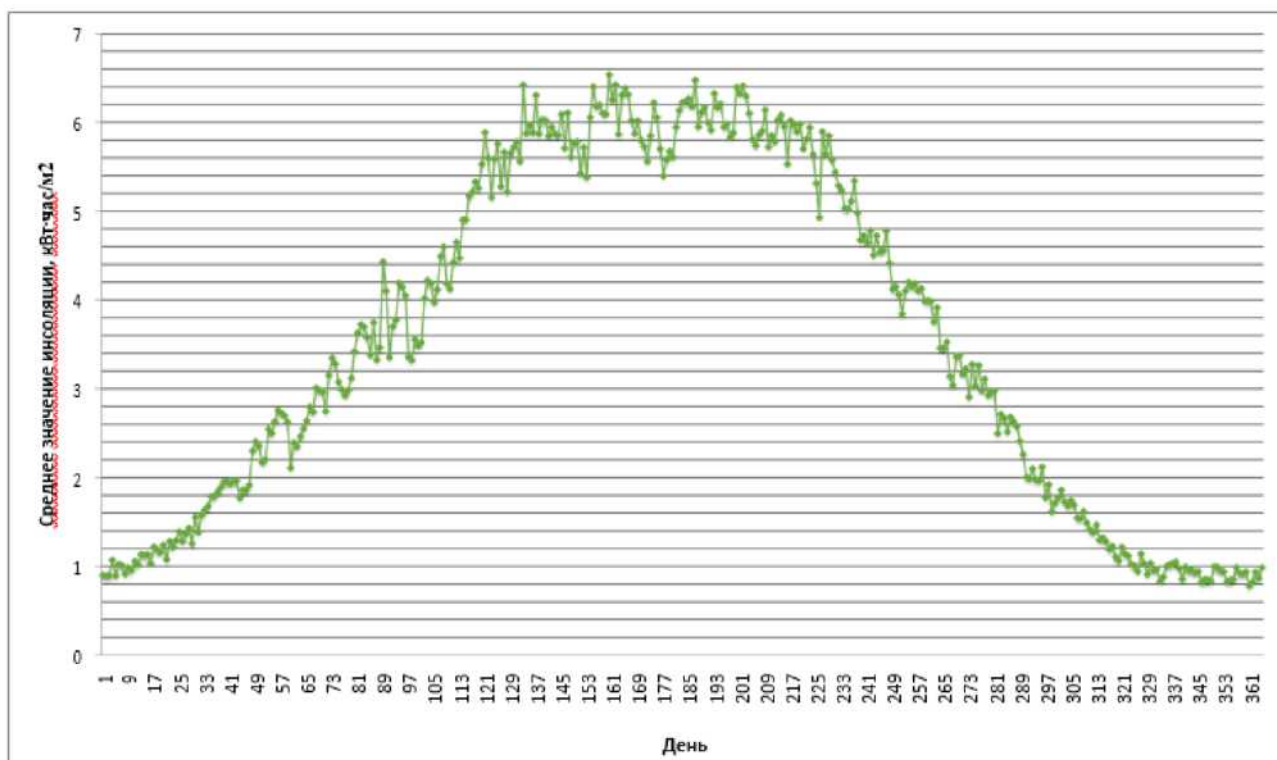


Рисунок 2.1. Рівень сонячної інсоляції на похилу поверхню

Для правильного і оптимального використання енергії сонця необхідно враховувати фактори, що впливають на зміну значення отриманої енергії. Існують методики наближеного розрахунку цієї енергії, але чим більше кількість факторів враховується при розрахунку, тим більше буде ефективність і економічність сонячної електростанції. Одним з важливих чинників, який істотно впливає на значення отриманої енергії, є температура сонячного модуля. У розрахунках вплив даного чинника враховується за допомогою температурного коефіцієнта. У деяких випадках тепловий коефіцієнт сонячних панелей може знизити виробництво електроенергії від 10% до 25% в залежності від конкретного місця.

Для запобігання зниженню ефективності або відмов у роботі обладнання сонячної електростанції, при здійсненні розрахунків параметрів необхідно враховувати найбільш несприятливі температурні режими роботи. Значення коефіцієнта корисної дії сонячного модуля вказано для випробувань при температурі 25 °C. Деякі сонячні панелі реагують на зміни температури краще, ніж інші. Температура панелі впливає на максимальну вихідну потужність. У

той час як вироблений струм збільшується експоненціально при підвищенні температури панелі, вихідна напруга зменшується лінійно. Так як потужність дорівнює добутку напруги на струм, це властивість означає, що нагріті сонячні панелі можуть виробляти менше енергії. Втрати потужності в залежності від температури також залежать від типу використовуваної сонячної панелі. Як правило, сонячні батареї на основі монокристалічних та полікристалічних сонячних елементів мають температурний коефіцієнт в діапазоні від мінус 0,44% до мінус 0,50%.

Приймаються до установки сонячні панелі YL-260P-29b (60) Yingli Solar з полікристалічного кремнію. Технічні характеристики на сонячну батарею (панель) YL-260P-29b (60) Yingli Solar наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики сонячної панелі

Розмір, мм	Потужність, Вт	$U_{xx}$ , В	$I_{kz}$ , А	$U_p$ , В	$I_p$ , А	Вага, кг
1640x990x35	260	56,30	9,55	24	8,70	22,00

Методика розрахунку середнього фактичного значення енергії, що виробляється обраної панеллю, наведена нижче. Згідно з базою даних NASA розраховано середнє значення температури для теплого періоду часу (квітень...жовтень), яке становить:

$$t_{cp} = 23,17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Визначимо відхилення значення температури даного дня від значення температури при нормальних умовах (н.у.):

$$t_{poz} = t_o + t_{cp} = 25 + 23,17 = 48,17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Згідно з даними бази даних NASA знаходимо середнє значення радіації для періоду квітень...жовтень:

$$E_{cp} = 4,75 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Значення енергії, що надходить при даному відхиленні температури:

$$E_{пад} = t_{роз} \cdot K_t = 48,17 \cdot (-0,34) = -16,37 \text{ \%}$$

У відсотковому відношенні від номінального ККД значення  $E_{пад} = 16,37 \text{ \%}$

$$\eta_{част} = \frac{\eta_{ном} \cdot E_{пад}}{100} = \frac{16 \cdot 16,37}{100} = 2,37 \text{ \%}$$

Знайдемо ККД панелі при середній температурі 23,17 градусів:

$$\eta_{панелі} = \eta_{ном} + \eta_{част} = 16 - 2,37 = 13,63 \text{ \%}$$

Далі визначимо необхідну кількість сонячних панелей в теплий період. Згідно з даними NASA середній виробіток енергії на  $1 \text{ м}^2$  за період квітень...жовтень становить  $E_{cp} = 4,75 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ , знайдемо середню кількість енергії, що виробляється на  $1 \text{ м}^2$  сонячної панелі:

$$W_{панелі/\text{м}^2} = E_{cp} \cdot \eta_{панелі} = 4,75 \cdot 0,136 = 0,846 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Визначимо вироблення енергії стандартною панеллю площею  $1,6 \text{ м}^2$ :

$$W = W_{панелі/\text{м}^2} \cdot S = 0,846 \cdot 1,6 = 1,35 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначимо необхідну енергію для покриття електронавантаження за день:

$$W_{нав} = \frac{W_{тр}}{7} = \frac{52200}{7} = 7,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$



Визначимо необхідну кількість панелей:

$$N = \frac{W_{\text{нав}}}{W} = \frac{7,4}{1,35} = 5,48 = 6 \text{ панелей}$$

### 2.1.5 Вибір вітрогенератора для електропостачання в зимовий період

Визначення кількості енергії для забезпечення електропостачання будинку в зимовий період, при експлуатації 6 сонячних панелей.

$$E_{cp} = 2,12 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Згідно з базою даних NASA розраховано середнє значення температури для зимового періоду, що становить:

$$t_{cp} = 3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Визначимо відхилення значення температури даного дня від значення температури при нормальних умовах (н.у.):

$$t_{\text{роз}} = t_o + t_{cp} = 25 + 3,5 = 28,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Значення енергії, що надходить при даному відхиленні температури:

$$E_{\text{над}} = t_{\text{роз}} \cdot K_t = 28,5 \cdot (-0,34) = -9,69 \text{ \%}$$

У відсотковому відношенні від номінального ККД значення  $E_{\text{пад}} = 9,69 \text{ \%}$ :

$$\eta_{\text{част}} = \frac{\eta_{\text{ном}} \cdot E_{\text{над}}}{100} = \frac{16 \cdot 9,69}{100} = 1,5 \text{ \%}$$

Знайдемо ККД панелі при середній температурі 3,5 градусів:

$$\eta_{\text{панелі}} = \eta_{\text{ном}} + \eta_{\text{част}} = 16 - 1,5 = 14,5 \%$$

Далі визначимо необхідну кількість сонячних панелей в зимовий період. Згідно з даними NASA середній виробіток енергії на 1 м<sup>2</sup> за період жовтень...квітень становить  $E_{\text{ср}} = 2,12$  кВт·год/м<sup>2</sup>, а ККД панелі дорівнює 14,5%, знайдемо середню кількість енергії, що виробляється обраною сонячною батареєю:

$$W_{\text{панелі}} = E_{\text{ср}} \cdot \eta_{\text{панелі}} \cdot 1,6 = 2,12 \cdot 0,145 \cdot 1,6 = 0,48 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначимо необхідну енергію для покриття електронавантаження за день взимку:

$$W_{\text{нав}} = \frac{W_{\text{тр}}}{7} = \frac{40740}{7} = 5,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначення кількості енергії яку можна отримати від 6 сонячних батарей в зимовий період:

$$W_{\text{СЕС}} = W_{\text{панелі}} \cdot 6 = 0,48 \cdot 6 = 2,88 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Нестача покриття навантаження панелями складе:

$$W_{\text{нест}} = W_{\text{нав}} - W_{\text{СЕС}} = 5,8 - 2,88 = 2,92 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для покриття відсутньої генерації приймаємо вітрогенератор потужністю 3 кВт, типу TECHMLV 3 KWt.

Технічні параметри генератора представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Основні характеристики вітрогенератора TECHMLV 3 KWt

Найменування	Характеристика
Потужність при 10 м/с	3500 Вт
Потужність при 7 м/с	2300 Вт
Потужність при 3 м/с	500 Вт
Страгування	початок обертання - с 1,5 м/с
Кількість лопатей	3 штуки
Діаметр ротора	4 м.

Даний обраний генератор заснований на швидкостях вітру згідно рисунка 1.6 і конструктивним виконанням, так як він працює на напрузі 48 В. Згідно з даними з сайту виробника [4] стартує такий вітрогенератор вже при швидкості вітру від 1,5 м/с, і потужності, що виробляється практично дорівнює номінальній при швидкості вітру вже 10 м/с.

Даний вітрогенератор це побутове виріб, яка не створює випромінювань шкідливих для здоров'я людей і тварин, а також не створює перешкод для електроприладів. Дозволів на встановлення та експлуатацію він не потребує. Перші 2 роки вітрогенератор не вимагає обслуговування (крім перевірки натягу тросів). Далі один раз в півтора року необхідно перевіряти, очищувати і змащувати обертові частини установки, а також підшипники. Один раз в 3 роки видаляти наліт іржі, а також підфарбовувати пошкоджені місця на металевих деталях.

Згідно з даними з метеоцентру представлених на рисунку 1.8, даний вітрогенератор постійно працюватиме в номінальному режимі. На графіку 2.6 представлена необхідне середньодобове навантаження і сумісно вироблена енергія гібридною системою.

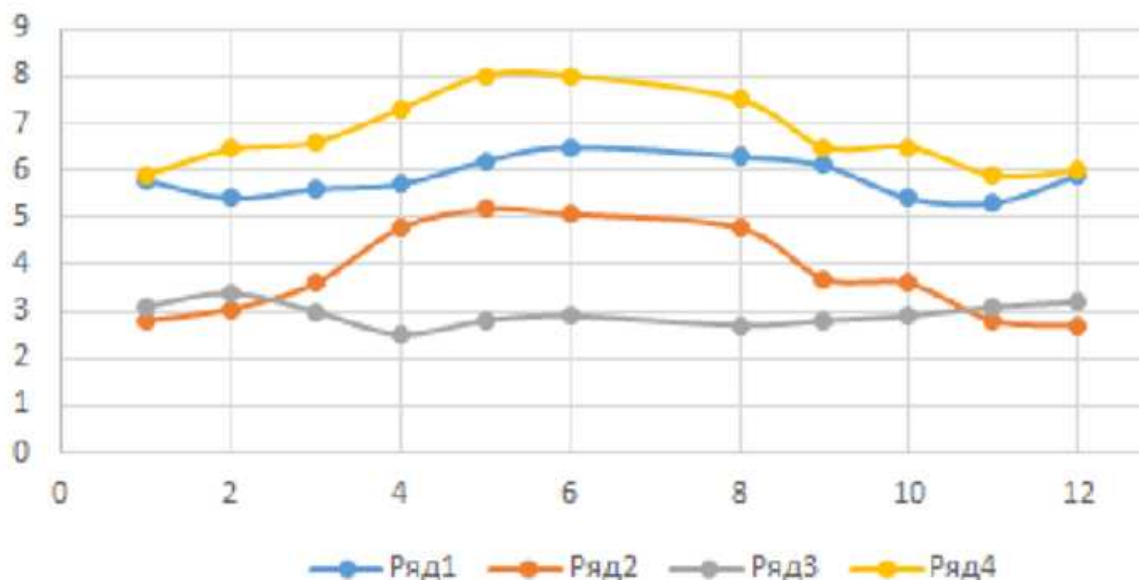


Рисунок 2.2. Графік середньодобового навантаження по місяцях

Ряд 1 - необхідна середньодобове навантаження споживачів, кВт·год;

Ряд 2 - енергія, що виробляється сонячними панелями; кВт·год;

Ряд 3 - енергія, що виробляється вітрогенератором, кВт·год;

Ряд 4 - сумарна енергія гібридної системи по місяцях, кВт·год.

### 2.1.6 Визначення значення необхідної ємності акумуляторної батареї і їх кількості

Приймаємо кількість днів без сонця  $N_{\text{бс}}=1$ , так як в разі днів без сонця, батареї живляться від вітрогенератора.

Сумарна ємність акумуляторів, що враховує кількість днів без сонця:

$$q_N = q_{\text{доб}} \cdot N_{\text{бс}} = 121,25 \cdot 1 = 121,25 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Заряд акумуляторної батареї з урахуванням глибини розряду 50%:

$$q_\gamma = \frac{q_N}{\gamma} = \frac{121,25}{0,5} = 242,5 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Приймаємо акумуляторну батарею напругою 12 В типу Challenger OPzV2,  
з параметрами:

$$U_{\text{ном}} = 12 \text{ В};$$

$$q_{\text{ном}} = 200 \text{ А} \cdot \text{год}/$$

Необхідна кількість батарей, з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} = \frac{q_{\gamma}}{q_{\text{ном}}} = \frac{242,5}{200} = 1,21 = 2 \text{ шт}$$

Необхідна кількість батарей, з'єднаних послідовно:

$$N_{\text{пос}}^{\text{АКБ}} = \frac{U_{\text{інв}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{48}{12} = 4 \text{ шт}$$

Підрахуємо необхідну кількість акумуляторних батарей:

$$N^{\text{АКБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} \cdot N_{\text{пос}}^{\text{АКБ}} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт}$$

Схема підключення обраної гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії наведена на рисунку 2.3.

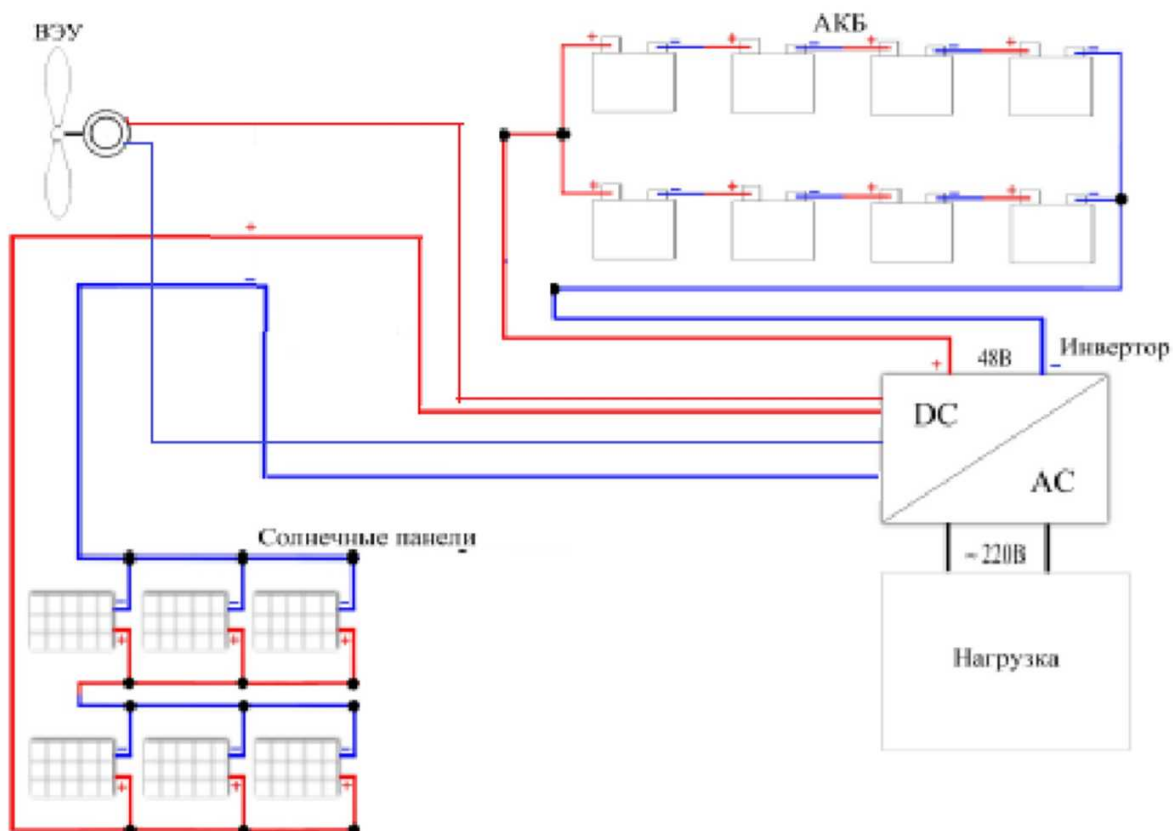


Рисунок 2.3. Схема підключення гібридної електростанції.

## 2.2 Реконструкція системи опалення будинку з використанням електричної енергії

На сьогоднішній день найбільш відомою системою опалення приватного будинку є незалежний обігрів за допомогою водогрійного котла. Пічки на маслі, електричні каміни, теплові вентилятори і інфрачервоні обігрівачі зазвичай застосовуються в якості додаткового опалення приміщень.

Опалення приватного будинку базується на таких елементах, як обігрівальні пристрої (радіатори, батареї), магістральна труба і запірно-контролюючий прилад. Всі елементи системи необхідні для забезпечення приміщень приватного будинку тепловою енергією, яка надходить в обігрівальні пристрої з теплового генератора.

У даній роботі розглядається одна з найпростіших формул підрахунку водонагрівальної системи опалення приватного будинку [5]. Коли розрахунки

базуються на застосуванні одноконтурного обігрівального котла, оскільки він є найпоширенішим видом теплового генератора в системі опалення заміського ділянки.

Щоб зробити розрахунок опалення приватного будинку, необхідно обчислити потужність опалювального котла, визначитися з кількістю і розміщенням радіаторів.

Однак, у зв'язку з тим, що в даній роботі розглядається вже існуюча і функціонуюча система опалення, вирішити необхідно тільки першу частку задачі - обчислити потужність опалювального електричного котла. При цьому додатковим фактором перевірки правильності обчислень може служити порівняння отриманого значення потужності з потужністю встановленого газового котла. І якщо ці значення будуть близькі, значить розрахунок виконаний правильно.

Система розрахунку базується на визначенні площі опалювальних приміщень і, виходячи з висоти стель і параметрів приміщення, необхідної потужності опалювального обладнання.

Для району м Новомосковськ для кімнати з висотою стель від 2,5 до 3,0 м яка має одну зовнішню стіну необхідна потужність опалювального обладнання становить 100 Вт/м<sup>2</sup>. Якщо кімната має дві зовнішні стіни, то це значення необхідно збільшити до 120 Вт/м<sup>2</sup>.

Далі отримане значення необхідно помножити на коефіцієнт запасу 1,2. Коефіцієнт дозволяє додати 20% резервної потужності котла. Вона дасть можливість котлу працювати в економному режимі, уникаючи особливих перевантажень.

Розрахуємо необхідну потужність електричного котла:

$$P_{роз} = 0,12 \cdot (3,8 + 14,0 + 9,9 + 11,4) + 0,1 \cdot (1,6 + 3,4 + 19,5 + 2,7 + 8,3 + 1,9 + 21,5 + 4,6) = 11,05 \text{ кВт}$$

З урахуванням коефіцієнта запасу потужність котла складе:

$$P_{\text{ел.к}} = P_{\text{роз}} \cdot k_{\text{зап}} = 11,05 \cdot 1,2 = 13,26 \text{ кВт}$$

Таким чином необхідна потужність електричного котла становить 13,3 кВт. Що близьке за значенням до встановленого газового котла потужністю 15 кВт. А отже розрахунок потужності виконан вірно і уточнення додаткових параметрів не потрібно.

На підставі проведеного розрахунку вибираємо електрокотел ТЕНКО «Преміум» потужністю 15 кВт [6]. Електричні котли серії «Преміум» ТМ «Tenko» надають широкі можливості для управління роботою пристрою і забезпечують максимальний комфорт і автономність експлуатації при опаленні різних приміщень з максимальною площею 150 м<sup>2</sup>. Представлена лінійка обладнання відрізняється наявністю вбудованого мікроконтролера і програмної системи управління для повного контролю працездатності котла. Модель котла «Преміум» має цифровий дисплей для настройки і відображення сервісної інформації від трьох датчиків температури: кімнатного, провідного або радіо, на прямому і зворотному трубопроводах системи опалення. Мікроконтролер здійснює управління блоків ТЕНів і реле, а вбудований програмний лічильник електроенергії веде статистику і дозволяє оптимізувати роботу. Безшумна робота при комутації забезпечується твердотільними реле з водяним охолодженням. Всі моделі електрокотлів «Преміум» виробництва компанії Tenko укомплектовані циркуляційним насосом фірми Grundfos (Данія), датчиком потоку, автоматичним відвідником повітря, запобіжним клапаном і вбудованим кімнатним термостатом з тижнево/добовим програматором. Основні технічні характеристики обраного котла наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Характеристики електричного котла Tenko.

Найменування	Характеристика
Напруга живлення, В	380
Частота струму мережі, Гц	50
Номинальна споживана потужність, кВт	5; 10; 15
Тип нагрівача	Блок з 3-х ТЕНів
ККД,	99



Максимальний тиск в системі, Бар	3
Регулювання системи опалення, ° С	плавне від 30 до 75
Регулювання температури цифрове	10°C...75°C – по воді, 7°C...40°C – по повітрю
Приєднувальні патрубки, дюйм	Ø 3/4
Ємність теплообмінника (не менше), дм <sup>3</sup>	2,6
Габаритні розміри (не менше), мм, ВхШхГ	623x262x175
Маса, кг, не більше	18

### 2.3 Визначення кількості споживаної електроенергії при різних системах електропостачання

Для вибору найбільш раціонального шляху зниження витрат на оплату за електроенергію розглянемо три варіанти побудови системи електропостачання для умов чесного будинку в м Новомосковськ.

#### *Варіант № 1.*

Даний варіант не передбачає будь-яких шляхів зниження вартості оплати за енергоресурси крім перекладу системи опалення на електроенергію. У зв'язку з тим що заміна котла опалення для даного домоволодіння планується в зв'язку із зносом старого газового обладнання цей варіант може розглядатися, як базовий.

Споживання електроенергії на опалення сильно залежить від погодних умов в опалювальний період і не піддаються точним розрахункам. Для визначення кількості електроенергії, необхідної для опалення будинку найбільш раціонально буде скористатися статистичними даними виробника електричних котлів. Згідно їх рекомендації в середньому протягом опалювального періоду котел працює по 7 годин на добу. Так, наприклад, електроспоживання а січні місяці може бути розрахована за формулою:

$$W_{\text{кот.січ}} = n_{\text{січ}} \cdot 7 \cdot P_{\text{кот}} = 31 \cdot 7 \cdot 15 = 3255 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де:  $n_{\text{січ}}$  – кількість днів в січні місяці;

$P_{\text{кот}}$  – потужність котла, кВт.

Електроспоживання для інших місяців розраховується аналогічно і зведено в таблицю 2.7.

Електроенергія, яка споживається домогосподарством для інших потреб, була розрахована раніше в § 2.3.3 (дивись рисунок 2.2) і також наведена в таблиці 2.7.

Як видно з розрахунків електричне опалення за рік буде споживати 19110 кВт·год електроенергії ( $W_{\text{кот}}$ ), у решти побутових споживачів річне споживання складе 7070 кВт·год ( $W_{\text{поб}}$ ). Тоді сумарне електроспоживання буде дорівнювати:

$$W_{\text{рік}} = W_{\text{кот}} + W_{\text{поб}} = 19110 + 7070 = 26180 \text{ кВт·год}$$

Розрахуємо вартість спожитої за рік електроенергії. У розрахунках будемо використовувати діючі тарифи ТОВ «Дніпровські енергетичні послуги» для м Новомосковськ. Відповідно до цих тарифами вартість електроенергії становить 0,9 грн/ кВт·год при споживанні до 100 кВт·год на місяць, все, що перевищує 100 кВт·год на місяць оплачується за тарифом 1,68 грн/ кВт·год.

Таким чином вартість спожитої за рік електроенергії складе:

$$C_{\text{Ірік}} = (26180 - 1200) \cdot 1,68 + 1200 \cdot 0,9 = 41966 + 1080 = 43046 \text{ грн}$$

Як бачимо виходить дуже значна сума, яку проте можна істотно знизити, використовуючи варіант № 2.

### *Варіант № 2.*

Для зниження витрат на оплату електроенергії розумно встановити двохтарифний лічильник (день/ніч) і укласти договір з ТОВ «Дніпровські енергетичні послуги» про оплату за двозонному тарифу. Згідно з даними на сайті компанії [7] при купівлі набору енергоефективних товарів «Розумний

Watt» клієнти можуть скористатися послугою швидкої заміни електролічильника «під ключ». Відправка набору «Розумний Watt» обраною службою доставки здійснюється протягом 5 робочих днів від дати оплати. Заміна лічильника відбувається в середньому від 10 робочих днів з моменту отримання набору у відділенні служби доставки. При заміні електролічильника спеціаліст оператора системи розподілу (ОСР) здійснює усі необхідні роботи.

До наборів «Розумний Watt» включені двозонні електролічильники, які дозволяють сплачувати за використану у вечірній, нічний та ранковий час електроенергію за тарифом в 2 рази дешевшим ніж у день. Спеціальний тариф на електроенергію для таких лічильників діє щодня з 23-00 до 07-00.

В набори входять двозонні однофазні лічильники для мережі з напругою 220В та двозонні трифазні лічильники для напруги 380В. Усі лічильники, які входять до складу наборів Розумний Watt, попередньо параметризовані на 2 тарифних зони (день/ніч) і мають усі необхідні дозволи. Для мешканців багатьох міст разом із лічильником можливе замовлення послуги його заміни «під ключ».

Згідно з даними на сайті компанії ТОВ «Дніпровські енергетичні послуги» вартість трифазного набору "Експерт" разом з послугою установки становить 3899 грн. До складу набору входить:

- трифазний електролічильник NIK 2300.AP6T.1000.C.11;
- послуга заміни електролічильника;
- розетка з тижневим таймером;
- 4 лампи Philips ESS LEDBulb 7W E27 3000K 230V A60 RCA.

Згідно зі статистичними даними в середньому при переході на двозонний тариф можливо в нічний час споживати до 70% для опалювальної електричного навантаження і до 30% для інших видів побутових електроспоживачів.

Виходячи з цих співвідношень розрахуємо вартість спожитої електроенергії при оплаті за двозонному тарифу.

$$C_{\text{Прік}} = C_{\text{ніч}} (W_{\text{кот}} \cdot 0,7 + W_{\text{поб}} \cdot 0,3) + C_{\text{день}} (W_{\text{кот}} \cdot 0,3 + W_{\text{поб}} \cdot 0,7) =$$

$$= 0,84(19110 \cdot 0,7 + 7070 \cdot 0,3) + 1,68(19110 \cdot 0,3 + 7070 \cdot 0,7) = 30963 \text{ грн.}$$

Як бачимо, не дивлячись на істотне зниження витрат на оплату спожитої електроенергії, сума залишається досить великою.

### *Варіант № 3.*

Ще одним способом зниження витрат на оплату за електроенергію є впровадження гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії, яка була докладно розглянута в § 2.3.

Розглянута система, з використанням сонячних батарей і вітрогенератора дозволяє повністю покрити потреби побутових електроспоживачів будинку. В § 2.3 була розрахована річна генерація електроенергії від сонячних панелей і обраного вітрогенератора. Результати розрахунків зведені в таблицю 2.7 та наведені на рисунку 2.4.

Як видно з таблиці в період з травня по вересень електроенергія, що отримується з відновлюваних джерел навіть перевищує потреби домогосподарства. Однак її використання, на жаль неможлива. Продавати таку малу кількість електроенергії за зеленим тарифом є економічно недоцільним, а акумулювання з використанням стандартних пристроїв технічно неможливо.

Таким чином загальне річне споживання дома при використанні гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії знизиться до 17870 кВт·год. А вартість спожитої за рік електроенергії з урахуванням двохзонного тарифу складе:

$$C_{\text{Прік}} = C_{\text{ніч}} \cdot W_{\text{буд.вдет}} \cdot 0,7 + C_{\text{день}} \cdot W_{\text{буд.вдет}} \cdot 0,3 = 0,84 \cdot 17870 \cdot 0,7 + 1,68 \cdot 17870 \cdot 0,3 = 19513 \text{ грн.}$$

Як видно з розрахунків, спільне використання двохзонного тарифу і гібридної системи на основі ВДЕ дозволяє знизити витрати на оплату електроенергії до 19,5 тис. грн. на рік.

Таблиця 2.7 - Річний рівень споживання і генерації електроенергії

Види обладнання	Місяць												Всього за рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Електрокотел	3255	2940	3255	1575	0	0	0	0	0	1680	3150	3255	<b>19110</b>
Електроприлади будинку	590	540	580	590	610	650	650	620	600	530	520	590	<b>7070</b>
Генерація ВЕС	310	250	300	270	290	300	290	280	290	300	310	320	<b>3510</b>
Генерація СЕС	290	300	380	490	510	500	500	490	380	380	290	290	<b>4800</b>
Разом генерація і споживання	3245	2930	3155	1405	-190	-150	-140	-150	-70	1530	3070	3235	<b>17870</b>

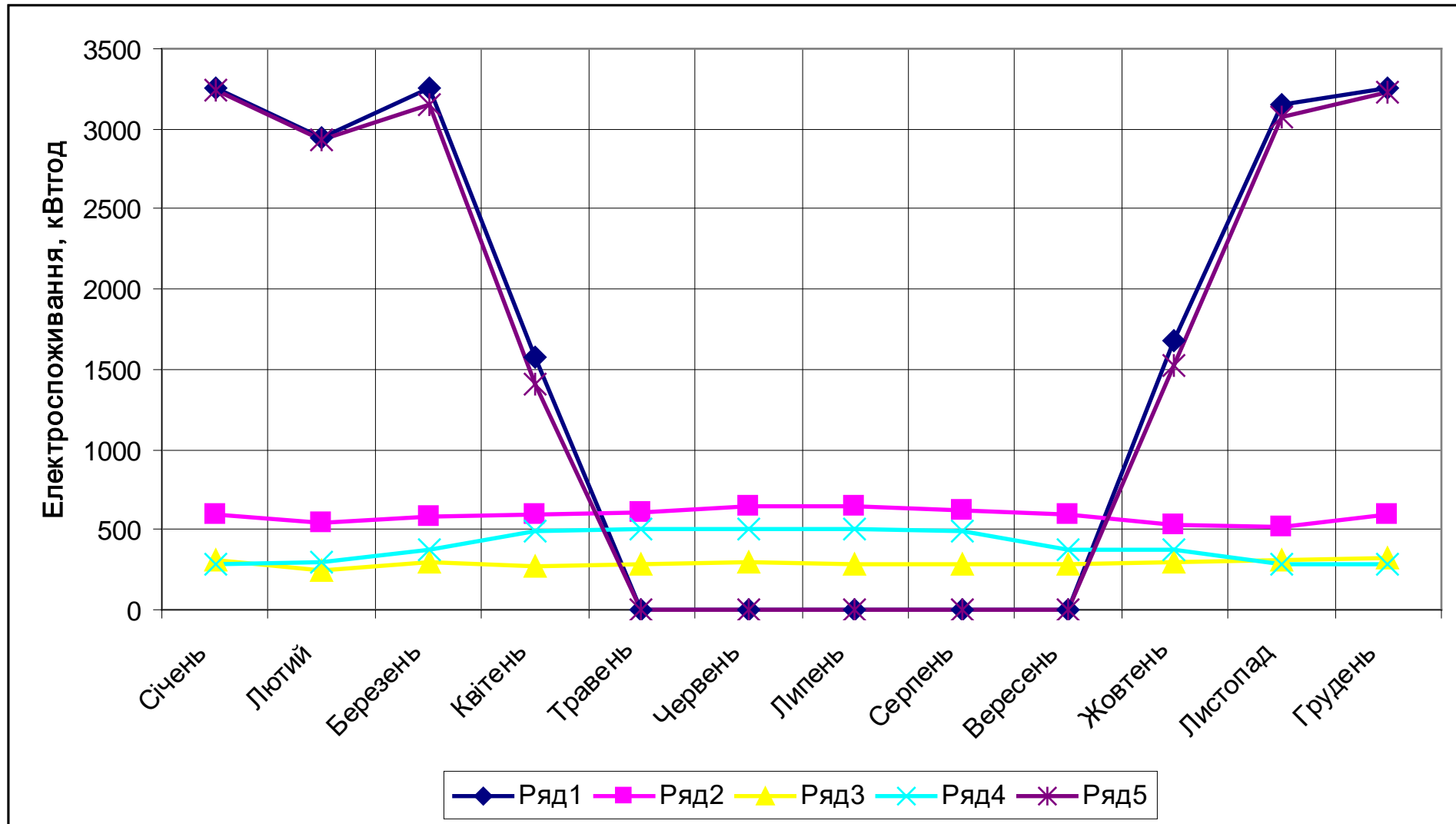


Рисунок 2.4. Річний рівень споживання і генерації електроенергії

Ряд 1 – електротягач; Ряд 2 - електроприлади будинку; Ряд 3 - генерація ВЕС; Ряд 4 - Генерація СЕС; Ряд 5 - разом генерація і споживання.

Далі в економічному розділі буде виконано розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів і на підставі отриманих показників розроблені рекомендації по скороченню витрат на оплату електроенергії для даного регіону м. Новомосковськ.

#### Висновки.

1. У розділі був виконаний розрахунок гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії, яка дозволяє повністю забезпечити потреби побутових електроспоживачів домоволодіння.

2. Запропоновано два основні варіанти зниження витрат на оплату електроенергії. впровадження двохзонної тарифікації та зниження електроспоживання за рахунок генерації з відновлюваних джерел енергії.

3. Для вибору найбільш доцільного варіанта необхідно провести порівняльний аналіз економічних показників і на його основі визначити найбільш економічно вигідний.

### 3 Техніко-економічне обґрунтування

#### 3.1 Вступ

Економія електроенергії - вкрай важливий аспект життя сучасного людського суспільства, що зачіпає і виробничу сферу, і побут кожного окремо взятого індивідуума. Адже нерозумне споживання цього досить дорогого виду енергії може привести до дуже значних витрат, що може істотно позначитися як на добробут людини, так і на розвиток підприємства. На сьогоднішній день існують найрізноманітніші шляхи економії електроенергії, найбільш поширеними альтернативними джерелами енергії виступають сонце і вітер.

У другому розділі даного дипломного проекту була запропонована реконструкція системи енергозабезпечення котеджу в умовах м. Новомосковськ. При цьому передбачалася заміна котла опалення, через його знос, і перехід на електроопалення.

У розділі необхідно порівняти два варіанти побудови системи електропостачання. Перший передбачає електропостачання досліджуваного об'єкта від стандартної трифазної мережі і використання двузонаго (день/ніч) лічильника електроенергії. Другий варіант розрахований для гібридної системи енергопостачання, що включає в себе, крім двузонаго лічильника електроенергії, вітрогенератор, 6 сонячних панелей і 8 акумуляторних батарей, підключених через інвертор.

При виборі оптимального варіанту системи електропостачання одним з основних критеріїв є мінімізація витрат необхідних для здійснення запропонованого проекту і витрати на його експлуатацію. В даному розділі необхідно провести розрахунок капітальних витрат і експлуатаційних витрат для двох запропонованих варіантів електропостачання приватного будинку, на підставі яких буде обраний кращий.



### 3.2. Розрахунок капітальних витрат

Капітальні інвестиції - це термін, що позначає кошти, вкладені в капітальні, або основні, активи, в довгострокові цінні папери, на відміну від коштів, інвестованих в оборотні активи або в короткострокові цінні папери.

Капітальними вкладеннями є інвестиції, вкладені в активи, які при нормальному веденні справ не можуть обернутися протягом одного фінансового періоду. Проектні капітальні інвестиції в обладнання та будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін і розцінок, наведених в прайс-листах оптових цін на електрообладнання, цінників на монтаж електроустаткування та інших додаткових матеріалів або за фактичними витратами.

За формою ж капітальні вкладення виступають у вигляді грошових коштів, які йдуть на капітальне будівництво, придбання обладнання та інших засобів праці, що входять до складу основних фондів. При визначенні величини проектних капіталовкладень можна скористатися формулою:

$$K = K_{об}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{тр} + Z_{мн}$$

де:  $K_{об}(\sum C_i)$  - сумарна вартість обладнання, необхідного для реалізації прийнятого технічного рішення;

$Z_{тр}$  – транспортно-заготівельні витрати;

$Z_{мн}$  - вартість монтажно-налагоджувальних робіт.

Витрати на придбання технічних засобів і пристроїв зведені в таблицю

3.1.

Таблиця 3.1 - Капітальні вкладення технічних пристроїв і комплектуючих

№	Найменування встаткування й виконуваних робіт	Кількість	Вартість, грн.	
			за одиницю	усього
Варіант 1				
1	Трифазний електролічильник NIK 2300.AP6T.1000.C.11	1	18000	18000
2	Транспортні витрати	-	входять у вартість обладнання	
3	Монтажно-налагоджувальні роботи	-	входять у вартість обладнання	
4	УСЬОГО варіант 1	-	-	18000
Варіант 2				
1	Сонячні модулі YL-260P- 29b(60) Yingli Solar	6	3600	21600
2	Інвертор Victron Energy Quattro с АВР 48/8000	1	23400	23400
3	АКБ EGL DJM12-200	8	3500	28000
4	Ветрогенератор Exmork 3кВт	1	34150	34150
5	УСЬОГО варіант 2			107150

Вартість монтажно-налагоджувальні робіт для 2 варіанту приймається 8% від вартості обладнання і матеріалів:

$$Z_{mn}^2 = 0,08 \cdot 107150 = 8572 \text{ грн.}$$

Вартість транспортно-заготівельних і складських робіт для 2 варіанту приймається 7% від вартості обладнання і матеріалів:

$$Z_{mp}^2 = 0,07 \cdot 107150 = 7500 \text{ грн.}$$

Таким чином капітальні витрати складуть:

$$K^1 = K_{об}^1 + 3_{тр}^1 + 3_{ми}^1 = 18000 \text{ грн.}$$

$$K^2 = K_{об}^2 + 3_{тр}^2 + 3_{ми}^2 = 107150 + 8572 + 7500 = 123222 \text{ грн.}$$

### 3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування ( $C_a$ );
- заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_z$ );
- єдиний соціальний внесок ( $C_c$ );
- витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж ( $C_{пр}$ );
- вартість витрат електроенергії ( $C_e$ );
- інші витрати ( $C_{ін}$ ).

#### 3.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування - відрахування частини вартості основних фондів для відшкодування їх зносу. Амортизаційні відрахування включаються у витрати виробництва або обігу. Виробляються комерційними організаціями на основі встановлених норм і балансової вартості основних фондів, на які нараховується амортизація. Амортизаційні відрахування включаються у витрати виробництва або обігу, і знаходяться:

$$AO = \frac{H_a \cdot \Phi}{100}$$

Норму амортизації для електротехнічного обладнання розрахуємо за формулою:

$$H_a = \frac{1}{T_{EKC}} 100\%$$

де:  $T_{EKC}$  - мінімально допустимі строки корисного використання, років.

Обладнання відноситься до групи 4 - машини та обладнання, а значить  $T_{EKC}=5$  років.

$$H_a = \frac{1}{T_{EKC}} 100\% = \frac{1}{5} 100\% = 20 \%$$

Дані розрахунків зводимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 - Розрахунок амортизаційних відрахувань для першого і другого варіантів системи енергопостачання

№	Найменування встаткування й виконуваних робіт	Кількість	Капітальні витрати, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн
Варіант 1					
1	Трифазний електролічильник NIK 2300.AP6T.1000.C.11	1	18000	20	3600
2	УСЬОГО амортизаційних відрахувань варіант 1				3600
Варіант 2					
1	Сонячні модулі YL-260P-29b(60) Yingli Solar	6	21600	10	2160
2	Інвертор Victron Energy Quattro c АВР 48/8000	1	23400	10	2340
3	АКБ EGL DJM12-200	8	28000	20	5600
4	Ветрогенератор Exmork 3кВт	1	34150	10	3415
5	УСЬОГО амортизаційних відрахувань варіант 2				13515

### 3.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Так як система служить енергозабезпечення котеджу, заробітна плата не враховується, так як в обслуговування електроустановок, немає необхідності, а лише виникає потреба проводити планові перевірки, які проводяться жителями будинку самостійно.

### 3.3.3 Розрахунок річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт складають 1% від капітальних витрат і знаходяться за формулою:

$$C_{np}^1 = 0,01 \cdot K^1 = 0,01 \cdot 18000 = 180 \text{ грн.}$$

$$C_{np}^2 = 0,01 \cdot K^2 = 0,01 \cdot 123222 = 1232 \text{ грн.}$$

### 3.3.4 Розрахунок вартості спожитої енергії

Обладнання виробляє електричну енергію для забезпечення заміського будинку, а електричне обладнання, що використовується для захисту і управління, живиться від самих джерел і споживає малу кількість електроенергії.

### 3.3.5 Сумарні експлуатаційні витрати

Сумарні експлуатаційні витрати складуть:

$$C^1 = C_a^1 + C_{np}^1 = 3600 + 180 = 3780 \text{ грн.}$$

$$C^2 = C_a^2 + C_{np}^2 = 13515 + 1232 = 14747 \text{ грн.}$$

### 3.4 Визначення річної економії

Визначимо річну економію для першого і другого варіантів відповідно. Раніше в § 2.5 була визначена річна вартість спожитої електроенергії для базового і проектних варіантів. Знайдемо повну річну економію для кожного з них:

$$E_{\text{повна}}^1 = C_{\text{БАЗрік}} - C_{\text{ІІрік}} - C^1 = 43046 - 30963 - 3780 = 8303 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{повна}}^2 = C_{\text{БАЗрік}} - C_{\text{ІІІрік}} - C^2 = 43046 - 19513 - 14747 = 8786$$

### 3.5 Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Знайдемо розрахунковий коефіцієнт ефективності (доходу) капітальних витрат для 1 варіанту:

$$E_p^1 = \frac{E_{\text{повна}}^1}{K^1} = \frac{8303}{180000} = 0,46$$

Термін окупності капітальних витрат для 1 варіанту:

$$T_p^1 = \frac{K^1}{E_{\text{повна}}^1} = \frac{18000}{8303} = 2,2 \text{ року}$$

Знайдемо розрахунковий коефіцієнт ефективності (доходу) капітальних витрат для 2 варіанту:

$$E_p^2 = \frac{E_{\text{повна}}^2}{K^2} = \frac{8786}{123222} = 0,07$$

Термін окупності капітальних витрат для 2 варіанту:

$$T_p^2 = \frac{K^2}{E_{повна}^2} = \frac{123222}{8786} = 14 \text{ років}$$

Для остаточної оцінки порівнюються розрахункові значення  $E_p$  з нормативним  $E_n$ . Визначити нормативне значення коефіцієнта ефективності можна виходячи з прийнятною для зазначених заходів індивідуальної норми прибутковості:

$$E_n = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$0,1 = E_n < E_p^1 = 0,46$$

$$0,1 = E_n > E_p^2 = 0,07$$

де:  $T_o$  - очікуваний прийнятний термін окупності капітальних вкладень,  
 $T_o=10$  років

Результати розрахунку економічних показників проектів наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Зведена таблиця техніко-економічних показників.

№ п/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Проектний варіант
Варіант 1			
1	Капітальні витрати	грн.	18000
2	Експлуатаційні витрати	грн.	3780
3	Повна річна економія	грн.	8303
4	Розрахунковий коефіцієнт ефективності	-	0,46
5	Розрахунковий термін окупності капітальних витрат	років	2,2
Варіант 2			
1	Капітальні витрати	грн.	123222
2	Експлуатаційні витрати	грн.	14747
3	Повна річна економія	грн.	8786

4	Розрахунковий коефіцієнт ефективності	-	0,07
5	Розрахунковий термін окупності капітальних витрат	років	14

#### Висновки:

Як показали розрахунки 2 варіант через занадто великий терміну окупності є економічно недоцільним. Перший варіант з переходом до двозонного тарифікування при оплаті за електроенергію має термін окупності 2,2 року і може бути рекомендований до впровадження на даному об'єкті.



## Висновки

У дипломному проекті розглянуті шляхи економії електроенергії в умовах приватних домогосподарствах, що знаходиться на території м. Новомосковськ в Дніпропетровській області, за адресою вул. Ковальська 10А.

В роботі виконаний розрахунок гібридної системи електропостачання на основі використання вітрової та сонячної енергії. Запропоновано два основні варіанти зниження витрат на оплату електроенергії - впровадження двохзонної тарифікації та зниження електроспоживання за рахунок генерації з відновлюваних джерел енергії.

На підставі проведених розрахунків можна зробити наступні висновки:

1. Одним з перспективних джерел відновлюваної енергії для розглянутого будинку є комбінована електрогенеруюча установка з використанням сонячних батарей і вітрогенератора

2. Спільне використання двозонного тарифу і гібридної системи на основі ВДЕ дозволяє знизити витрати на оплату електроенергії більше ніж у два рази - до 19,5 тис. грн. на рік..

3. Однак, як показали розрахунки, цей варіант через занадто великий терміну окупності є економічно недоцільним. Варіант з переходом до двозонного тарифікування при оплаті за електроенергію має термін окупності 2,2 року і може бути рекомендований до впровадження на даному об'єкті

## Перелік посилань

1. Сайт «ЭкоТехника» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/4364-v-ukraine-rabotaet-uzhe-15-tys-domashnikh-ses-moshchnostyu-350-mvt-investirovav-300-mln-evro-v-solnechnye-paneli.html>
2. Сайт інвестиційної компанії «Trident Energy» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://tridentenergy.ua/ru/wind-power-present-and-future/>
3. Сайт «Компания «Гравицаппа» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://gravicappa.com.ua/articles/solnechnaya-insolyaciya>
4. Сайт інтернет-магазин «VipMart» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://vipmart.com.ua/p39107741-vetrogenerator-vertikalnyj-kvt.html>
5. Сайт «ULTRA-TERM» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<http://ultra-term.ru/otoplenie/raschet/raschet-otopleniya-chastnogo-doma.html>
6. Сайт «Tenko» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://tenko.ua/ru/catalog/stove>
7. Сайт ТОВ «Дніпровські енергетичні послуги» (Електр. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.shop.yasno.com.ua/what-is-smart-watt>
8. Правила устройства электроустановок. – Минэнерго СССР. – М: Энергоатомиздат. – 1985.
9. Правила пользования электрической энергией. // НКРЭ. – 2002. – 64с
10. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів з напряму підготовки 0906 «Електротехніка» / Укладачі: І.В.Шереметьєва, Л.В.Тимошенко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2001. – 32 с.
11. Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів і дипломних робіт / Упорядн.: В.О. Салов, О.М. Кузьменко, В.І. Прокопенко. – Дніпропетровськ.: Національна гірничо-академія України, 2002. – 52 с.

## Додаток 1

## Відомості матеріалів дипломного проекту

[illegible]